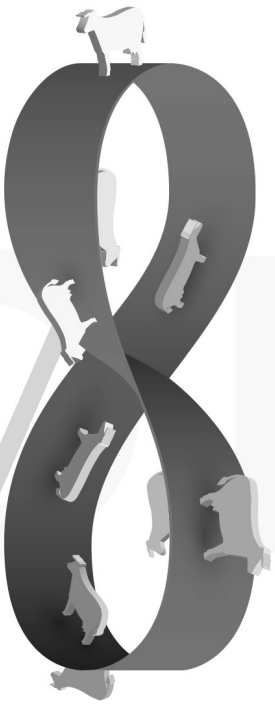
XXIV



CONGRESO INTERNACIONAL ANEMBE DE MEDICINA BOVINA

SEVILLA

22, 23 y 24 de mayo de 2019

Acción, conocimiento y pasión

LIBRO DE PONENCIAS, COMUNICACIONES ORALES Y PÓSTER

ANEMBE
ASOCIACIÓN NACIONAL DE ESPECIALISTAS EN MEDICINA BOVINA DE ESPAÑA



Organiza y edita:
Asociación Nacional de Especialistas en Medicina Bovina de España
(ANEMBE)

Diseño y maquetación: www.trisquel.com
Imprime: Imprenta Ecoprint
Depósito Legal: AS-1829-2019
© ANEMBE 2019

11 CURRÍCULOS
PONENCIAS

28 **NUEVOS CONCEPTOS EN PROGRAMAS DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN GANADO EXTENSIVO**
Tomás Trucco

30 **MANEJO DE LOS TOROS EN EL SERVICIO NATURAL**
Carlos Martín Acuña

32 **FACTORES QUE AFECTAN LA FERTILIDAD LAS VACAS DE CARNE**
G. C. Lamb
ENGLISH VERSION: *FACTORS AFFECTING FERTILITY OF BEEF FEMALES*

47 **EL CONTROL DE LA PARATUBERCULOSIS. ¿POR QUÉ NO CONTAMOS TAMBIÉN CON LA VACUNACIÓN?**
Joseba Garrido, Natalia Elgezabal, Marta Alonso, Iker A. Sevilla

50 **EPIDEMIOLOGÍA Y DIAGNÓSTICO DE LA TUBERCULOSIS. FAUNA SILVESTRE Y ALGO MÁS**
Joseba Garrido, Marta Barral e Iker A. Sevilla

52 **LA INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS SANGUÍNEOS EN BOVINOS CON ABDOMEN AGUDO**
Dr. Christian Gerspach
ENGLISH VERSION: *INTERPRETATION OF BLOOD RESULTS IN CATTLE WITH ACUTE ABDOMEN*

54 **SEDACIÓN DE PIE DE GANADO ADULTO**
Reza Seddigh
ENGLISH VERSION: *BOVINE SEDATION AND GENERAL ANESTHESIA*

62 **EVALUACIÓN ULTRASONOGRÁFICA DEL ABDOMEN AGUDO EN BOVINOS**
Dr. Christian Gerspach
ENGLISH VERSION: *ULTRASONOGRAPHIC EVALUATION OF THE ACUTE ABDOMEN IN CATTLE*

65 **LA ANALGESIA EN BOVINOS**
Reza Seddighi
ENGLISH VERSION: *ANALGESIA IN BOVINE*

74 **BLOQUEOS ANESTESICOS EN BOVINOS**
Tomás Trucco

76 **LAS SEÑALES DE LAS VACAS, SALUD, BIENESTAR, SOSTENIBILIDAD**
Joep Driessen

81 **PEOPLE SIGNALS: LAS SEÑALES DE LAS PERSONAS**
Joep Driessen
ENGLISH VERSION: *COWSIGNALS TRAINING COMPANY*

83 **EL SENTIDO DE LOS SENSORES EN EL MANEJO DE LA TRANSICION**
Frank JCM van Eerdenburg, Peter Hut, Amarins Mulder, Gerrit J Hooijer, Jan Hulsen, Arnold Harbers, Gustavo Ruiz, and Elsbeth Stassen.

87 **COW SIGNALS: DESDE EL SECADO HASTA EL PARTO**
Joep Driessen
ENGLISH VERSION: *COWSIGNALS*

90 **COWSIGNALS EN ORDEÑOS POR ROBOT**
Joep Driessen
ENGLISH VERSION: *COWSIGNALS IN ROBOT COW MILKING*

94 **VETERINARIOS: TRABAJANDO POR UNA PRODUCCIÓN ANIMAL ÉTICAMENTE SOSTENIBLE**
Marta E. Alonso y Juan M. Lomillos

99 **MAS ALLÁ DEL RUMEN – LA RELACIÓN ENTRE LA DISFUNCIÓN INTESTINAL, INMUNIDAD, Y METABOLISMO EN BOVINOS**
Ignacio R. Ipharraguerre

104 **EL IMPACTO DE LA SALUD DE LAS VACAS EN TRANSICIÓN EN LA FERTILIDAD DE LAS VACAS LECHERAS**
Luís G. D. Mendonça

107 **COLINA: UNA HISTORIA MÁS ALLÁ DEL HÍGADO GRASO**
Marcos Zenobi, Juan Manuel Bollatti, José Eduardo Santos, Charles Staples.

110 **EL IMPACTO DE CENTRARSE EN LA GESTACIÓN EN EL RESULTADO ECONÓMICO DE LAS OPERACIONES DE CARNE DE VACUNO**
G. C. Lamb
ENGLISH VERSION: *IMPACT OF FOCUSING ON PREGNANCY TO THE ECONOMIC OUTCOME OF BEEF OPERATIONS*

117 **VETERINARIO DE CAMPO EN LA ARGENTINA**
UNA FORMA DE VIDA DURANTE LOS ÚLTIMOS 46 AÑOS
Carlos Martín Acuña

119 **MORBILIDAD Y MORTALIDAD EN TERNEROS DE CARNE CRIADOS CON MÉTODOS EXTENSIVOS**
Dr. John F. Mee
ENGLISH VERSION: *MORBIDITY AND MORTALITY IN EXTENSIVELY REARED BEEF CALVES*

127 **GESTIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA REPRODUCIÓN EN EXPLOTACIONES DE VACUNO EXTENSIVO**
Francisco Javier Miguélez Vara

131 **TECNOLOGÍAS REPRODUCTIVAS ACTUALES Y FUTURAS PARA LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE GANADO VACUNO DE CARNE**
G. C. Lamb
CURRENT AND FUTURE REPRODUCTIVE TECHNOLOGIES FOR BEEF CATTLE PRODUCTION SYSTEMS

143 **PATOLOGÍA RESPIRATORIA PARA VETERINARIOS DE CAMPO**
Alfonso López Mayagoitia

146 **EFECTO DEL CONSUMO DE PROTEÍNAS SOBRE LA SALUD**
Dra. Rocio Mateo

147 **SEDACIÓN Y ANESTESIA GENERAL BOVINA**
Reza Seddighi
ENGLISH VERSION: *BOVINE FIELD RECUMBENCY AND GENERAL ANESTHESIA*

153 **DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES HEPÁTICAS EN BOVINOS**
Dr. Christian Gerspach
ENGLISH VERSION: *DIAGNOSTICS OF LIVER DISEASES IN CATTLE*

155 **CINCUENTA AÑOS DE INVESTIGACIÓN Y FRUSTRACIÓN EN NEUMONÍAS BOVINAS**
Dr. Alfonso López Mayagoitia

158 **SEPSIS BOVINA**
Alfonso López Mayagoitia

161 **PARÁMETROS PARA EVALUAR LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA EN LOS REBAÑOS LECHEROS**
Luís G. D. Mendonça
ENGLISH VERSION: *METRICS TO ASSESS REPRODUCTIVE EFFICIENCY IN DAIRY HERDS*

170 **ESTADO ACTUAL DE LA REDUCCIÓN INDUCIDA DE GEMELOS Y DE LA PREVENCIÓN DE GESTACIONES GEMELARES EN GANADO VACUNO LECHERO**
Fernando López Gatius, Beatriz Serrano Pérez, Irina Garcia Ispierto

172 **IMPACTO DEL ESTRÉS POR CALOR EN LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA DE LOS REBAÑOS LECHEROS**
Luís G. D. Mendonça
ENGLISH VERSION: *IMPACT OF HEAT STRESS ON REPRODUCTIVE EFFICIENCY OF DAIRY HERDS*

176 **HERRAMIENTAS PARA GANADEROS Y VETERINARIOS PARA MEJORAR Y DEMOSTRAR EL BIENESTAR DE SUS ANIMALES**
Marta E. Alonso y Juan M. Lomillos

182 **ESTRATEGIAS PARA REDUCIR EL ESTRÉS METABÓLICO DURANTE LA FASE DE TRANSICIÓN EN VACUNO LECHERO**
Angel Abuelo

189 **OPORTUNIDADES PARA MEJORAR EL BIENESTAR DE LOS TERNEROS DE ENGORDE MEDIANTE LA REDUCCIÓN DEL USO DE ANTIMICROBIANOS**
B. Pardon
ENGLISH VERSION: *OPPORTUNITIES TO IMPROVE THE WELFARE OF VEAL CALVES BY REDUCING ANTIMICROBIAL USE*

196 **¿POR QUÉ AHORA LAS EMPRESAS SON TAN PROACTIVAS VALORANDO BIENESTAR ANIMAL?**
Ines Ajuda
ENGLISH VERSION

198 **AUMENTO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE MEJORANDO EL BIENESTAR DE LA VACA**
Frank J.C.M. van Eerdenburg, Jorge Saltijeral-Oaxaca, Sonia Vázquez-Flores

205 **AUDITORÍAS DE BIENESTAR: ¿PÉRDIDA DE TIEMPO O BENEFICIO?**
Inés Ajuda
ENGLISH VERSION

208 **COJERA Y BIENESTAR EN EL GANADO LECHERO: PAPEL DE LOS PROFESIONALES DE LA SALUD DE LOS BOVINOS, CON ESPECIAL ATENCIÓN A LA COMUNICACIÓN**
Helen R Whay
LAMENESS AND WELFARE IN DAIRY CATTLE: ROLE OF BOVINE PRACTITIONER WITH A FOCUS ON COMMUNICATION

210 **ORDEÑO A MÁQUINA: EL EFECTO SOBRE LA VACA**
T. Greenham
ENGLISH VERSION: *MACHINE MILKING: THE EFFECT ON THE COW*

212 **PRIMEROS RESULTADOS DEL PROYECTO I-SA PARA LA RECOGIDA DE INFORMACIÓN SOBRE SALUD ANIMAL EN VACUNO DE LECHE**
N. Charfeddine, F. J. Blanco Murcia., M. A. Pérez-Cabal

216 **OPTIMIZACIÓN DE LA MÁQUINA DE ORDEÑO PARA LA SALUD Y EL BIENESTAR**
T. Greenham
ENGLISH VERSION: *OPTIMISING THE MILKING MACHINE FOR HEALTH AND WELFARE*

218 **¿DEBEMOS CONSIDERAR LOS ÍNDICES DE FERTILIDAD EN LA GESTIÓN DE LA SALUD DE LA UBRE?**
Pinho, L., Fraga, C., Carvalheira, J.
ENGLISH VERSION: *SHOULD WE CONSIDER FERTILITY INDEXES IN UDDER HEALTH MANAGEMENT?*

224 **INDICADORES CLAVE DE RENDIMIENTO DEL ORDEÑO**
T. Greenham
ENGLISH VERSION: *KEY PERFORMANCE INDICATORS OF MILKING.*

226 **ÍNDICES DE SALUD DE UBRE: PROYECTO ANEMBE-CONAFE**
Vocalía de calidad de leche de ANEMBE y CONAFE

231 **CUIDADO NEONATAL DE LOS TERNEROS - ¿CÓMO PODEMOS MEJORAR?**
Dr. John F. Mee
ENGLISH VERSION: *NEONATAL BEEF CALF CARE – HOW CAN WE IMPROVE?*

238 **INCIDENCIAS DE SALUD PREVIAS AL DESTETE QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE POR VIDA**
J. D. Quigley

239 **NUEVO REGLAMENTO DE MEDICAMENTOS VETERINARIOS Y PLAN NACIONAL FRENTE A LA RESISTENCIA A LOS ANTIBIÓTICOS: UNA NUEVA OPORTUNIDAD PARA LOS VETERINARIOS.**
Cristina Muñoz

241 **ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DE LOS CARBOHIDRATOS - APLICACIONES PRÁCTICAS PARA LA ALIMENTACIÓN DE TERNERAS**
J. D. Quigley

242 **SISTEMA INFORMÁTICO CENTRAL DE CONTROL DE PRESCRIPCIONES VETERINARIAS DE ANTIBIÓTICOS**
Carmen González Martín

243 **INDUSTRIA 4.0 DE LA NUEVA GRANJA A LA NUEVA MESA**
Dra. Erica Muela

244 **ESTRATEGIAS PARA MEJORAR LA INMUNIDAD PASIVA Y ACTIVA EN TERNERAS**
Angel Abuelo

250 **RACIONALIZACIÓN DEL TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO PARA LAS INFECCIONES RESPIRATORIAS: PASOS A SEGUIR HOY Y MAÑANA**
B. Pardon
ENGLISH VERSION: *RATIONALIZING ANTIMICROBIAL TREATMENT FOR RESPIRATORY INFECTIONS: STEPS TO TAKE TODAY AND TOMORROW*

256 **MÉTODO DE ECOGRAFÍA PULMONAR DE ESCANEO RÁPIDO Y UN DIAGRAMA DE FLUJO COMO AYUDA PARA LA TOMA DE DECISIONES EN EL DIAGNÓSTICO DE LA BRONCONEUMONÍA**
B. Pardon
ENGLISH VERSION: *A QUICK SCAN LUNG ULTRASOUND METHOD AND FLOW CHART AS A DECISION AID FOR BRONCHOPNEUMONIA DIAGNOSIS*

261 **DESAFÍOS EN EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DEL SISTEMA DE ORDEÑO AUTOMATIZADO (AMS)**
Nigel B. Cook
ENGLISH VERSION: *CHALLENGES IN AUTOMATED MILKING SYSTEM (AMS) FACILITY DESIGN*

263 **COJERA: UN ENFOQUE ORIENTADO A LAS LESIONES PARA LA PREVENCIÓN DE LA COJERA**
Nigel B. Cook
ENGLISH VERSION: *LAMENESS: A LESION ORIENTED APPROACH TO LAMENESS PREVENTION*

269 **QUE HAY DE NUEVO EN LA REDUCCIÓN DE LA PREVALENCIA DE LA COJERA: IDENTIFICAR Y COMPRENDER EL PROBLEMA**
Helen R Whay
ENGLISH VERSION: *WHAT IS NEW IN LAMENESS PREVALENCE REDUCTION: IDENTIFYING AND UNDERSTANDING THE PROBLEM*

272 **OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DEL FREESTALL (CUBÍCULO) PARA MAXIMIZAR LA COMODIDAD**
Nigel B. Cook
ENGLISH VERSION: *OPTIMIZING FREESTALL (CUBICLE) DESIGN TO MAXIMIZE COMFORT*

275 **CAMA COMPOST – CAMA FRIA: EXPERIENCIA EN EXPLOTACIONES DE VACUNO DE LECHE**
Emili Calvet Capdevila, Octavi Fargas Busquets

281 **MINIMIZANDO LAS ENFERMEDADES RESPIRATORIAS EN LOS ESTABLOS DE TERNEROS UTILIZANDO VENTILACIÓN DE TUBO DE PRESIÓN POSITIVA**
Ken Nordlund
ENGLISH VERSION: *MINIMIZE RESPIRATORY DISEASE IN CALF BARNS WITH POSITIVE PRESSURE TUBE VENTILATION*

289 **OTRAS CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTABLOS PARA TERNEROS PARA MINIMIZAR LAS ENFERMEDADES**
Ken Nordlund
ENGLISH VERSION: *OTHER FEATURES IN CALF BARNS TO MINIMIZE DISEASE*

294 **RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE LOS SISTEMAS DE VENTILACIÓN DE TUBOS DE PRESIÓN POSITIVA**
Ken Nordlund
ENGLISH VERSION: *TROUBLE-SHOOTING POSITIVE PRESSURE TUBE VENTILATION SYSTEMS*

299 **UN SOPLO DE AIRE FRESCO - SISTEMAS DE VENTILACIÓN Y REFRIGERACIÓN PARA GANADO LECHERO ADULTO**
Nigel B. Cook
ENGLISH VERSION: *A BREATH OF FRESH AIR – VENTILATION AND COOLING SYSTEMS FOR ADULT DAIRY CATTLE*

302 **ALIMENTAR A LAS VACAS LECHERAS CON METIONINA PROTEGIDA (RUMEN-PROTECTED METIONINA): EL IMPACTO EN EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y REPRODUCTIVO**
Mateus Z. Toledo, Randy D. Shaver, Daniel Luchini, y Milo C. Wiltbank
ENGLISH VERSION: *FEEDING RUMEN-PROTECTED METHIONINE TO DAIRY COWS: IMPACT ON PRODUCTIVE AND REPRODUCTIVE PERFORMANCE*

314 **EL POTENCIAL PARA SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS DE ACCIÓN INTESTINAL PARA MEJORAR LA SALUD DE LAS VACAS LECHERAS**
Tanya F. Gressley
ENGLISH VERSION: *POTENTIAL FOR GUT-ACTING FEED SUPPLEMENTS TO ENHANCE DAIRY COW HEALTH*

323 **ALMIDÓN FECAL COMO INDICADOR DE LA DIGESTIBILIDAD DEL TRACTO TOTAL EN VACAS LECHERAS EN LACTANCIA**
R.D. Shaver y S.M. Fredin
ENGLISH VERSION: *FECAL STARCH AS AN INDICATOR OF TOTAL-TRACT STARCH DIGESTIBILITY IN LACTATING DAIRY COWS*

327 **EVALUACIÓN DE LA BIODISPONIBILIDAD DE LOS PRODUCTOS DE AMINOÁCIDOS PROTEGIDOS DEL RUMEN**
Tanya F. Gressley
ENGLISH VERSION: *ASSESSMENT OF BIOAVAILABILITY OF RUMEN PROTECTED AMINO ACID PRODUCTS*

331 **ENSILADO DE MAÍZ PARA VACAS LECHERAS DE ALTA PRODUCCIÓN: INDICADORES CLAVE DE RENDIMIENTO**
Dr. Randy Shaver
ENGLISH VERSION: *CORN SILAGE FOR HIGH PRODUCING DAIRY COWS: KEY PERFORMANCE INDICATORS*

340 **INFLAMACIÓN Y ACIDOSIS RUMINAL**
Tanya F. Gressle
ENGLISH VERSION: *INFLAMMATION AND RUMINAL ACIDOSIS*

COMUNICACIONES ORALES

CALIDAD DE LECHE

352 **EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS DE SECADO SELECTIVO EN VACAS MEDIANTE CULTIVOS BACTERIOLÓGICOS DE LECHE VERSUS TRATAMIENTO DE SECADO CONVENCIONAL**

Maynou G, Tapiolas M, Heras J, Terré M

352 **UDDER CELLULAR RESPONSE IN TRANSITION DAIRY COWS: A DESCRIPTIVE STUDY**

Cainzos J, Barreal ML, Fouz Dopacio R

353 **PATRONES DE RESISTENCIA A ANTIBIÓTICOS (DE USO EN SANIDAD ANIMAL O EN SALUD PÚBLICA) EN CEPAS AISLADAS EN GRANJAS DE VACUNO LECHERO**

Espada Aguirre M, Ortega Rodríguez C, Oros J, Ferrer LM, Lacasta D, Figueras L

354 **BENEFICIOS DE LA INMUNOTERAPIA EN LA MASTITIS CRÓNICA CAUSADA POR** *Staphylococcus aureus*

Moyano G, Jiménez LM, Balaña-Fouce R, Melcón Fernández E, Roger N, Gigante I, Fernández M, Suarez J

355 **PROYECTO ZOETIS «SECADO SELECTIVO»: RESULTADOS PRELIMINARES**

Herrera D, Noya C, Hernandorena JM, Fernández MJ, Moyano G, León L, Peralta E

VARIOS

355 **ESTUDIO DEL RESULTADO PRÁCTICO DE APLICAR BUENAS PRÁCTICAS EN EL DESMOCHADO DE LAS TERNERAS**

Molina L, Cuevas I

GESTIÓN

356 **VALORACIÓN DE LA PRECISIÓN DE LOS ACELERÓMETROS COMO HERRAMIENTAS DE DIAGNÓSTICO TEMPRANO DE ENFERMEDADES EN TERNEROS MAMONES**

Belaid MA, Rodriguez-Prado D V, Rodriguez-Prado M, Chevaux E, Calsamiglia S

357 **EVALUACIÓN DE OPORTUNIDADES DE MEJORA TÉCNICO-ECONÓMICAS EN EXPLOTACIONES LECHERAS UTILIZANDO UN MODELO DE SIMULACIÓN**

López-Suárez, M, Castillejos L, Marquès C, Astiz S, Calsamiglia S

358 **ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DE LA ELIMINACIÓN DE LAS VACAS EN LAS EXPLOTACIONES LECHERAS**

Armengol R Fraile L

MANEJO

359 **ESTIMACIÓN DE LA INGESTIÓN DE MATERIA SECA EN RUMIANTES POR ESPECTROSCOPIA EN EL INFRARROJO CERCANO (NIRS): COMPARACIÓN DE LAS PREDICCIONES A PARTIR DE FORRAJES O HECES**

Andueza D, Picard F, Guarnido P

SANIDAD

360 **IDENTIFICACIÓN Y GENOTIPADO DE ROTAVIRUS A CIRCULANTE EN TERNEROS CON PROBLEMAS DIGESTIVOS EN ESPAÑA**

Benito AA, Arnal JL, García B, Serrano JD, Barrios J, Ondarra M, Chacón G

360 **LA BESNOITIOSIS AGUDA CAUSA AZOOSPERMIA EN LOS SEMENTALES BOVINOS ASOCIADA A LESIONES VASCULARES Y FIBROSIS TESTICULAR**

González-Barrio D, Diezma-Díaz C, Tabanera E, Aguado-Criado E, Pizarro M, González-Huecas M, Ferre I, Jiménez-Meléndez A, Ortega-Mora LM, Álvarez-García G

REPRODUCCIÓN

361 **RESULTADOS DEL PRIMER AÑO DEL PROGRAMA MOET APLICADO A UN REBAÑO ESPAÑOL DE VACAS DE RAZA WAGYU PURA**

Martínez D, Vázquez J, Bonet-Bo M, Villagrá A, Gardón JC, Pesántez-Pacheco JL, Pérez-Garnelo SS, Sebastián F, González-Martín JV, Astiz S

362 **PROPUESTA DE CONSENSO PARA LA VALORACIÓN DE LA APTITUD REPRODUCTIVA DE TOROS DE MONTA NATURAL EN ESPAÑA. GRUPO VART**

Collantes Fernández E, Pérez Garnelo SS, Montoya G, Gnemmi G, Echegaray A, Sánchez R y García-Paloma JA

363 **OPTIMIZACIÓN DE ACTUACIONES EN EL CONTROL REPRODUCTIVO**

García F

364 **FERTILIDAD Y MICROMINERALES: UN PROBLEMA SUBESTIMADO**

Miranda M, Rigueira L, Pereira V, López-Alonso M

NUTRICIÓN

364 **ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN SOBRE EL PH RUMINAL**

García García J.J, Posado Ferreras R, Zúñiga Montero JA, Alonso de la Varga ME, Tabernero de Paz Risueño M.J, Bodas Rodríguez R

366 **INFLUENCIA DE LA ALIMENTACIÓN EN VACUNO LECHERO. DIFERENCIAS ENTRE EL SISTEMA ECOLÓGICO, EL CONVENCIONAL A PASTOREO Y EL CONVENCIONAL INTENSIVO**

Miranda M, Orjales I, López S, Alaiz-Moretón H, Resch C, Pereira V, López-Alonso M

366 **BENCHMARKING DE LOS VALORES NUTRICIONALES FORMULADOS EN SISTEMAS DE ORDEÑO AUTOMATIZADO**

Correa A, Trillo Y, Gómez M

368 **INVENTARIO DE LAS EMISIONES INDIVIDUALES DE METANO EN EXPLOTACIONES DE BOVINO LECHERO Y CENSO DE LA MICROBIOTA RUMINAL: ESTUDIOS PRELIMINARES PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ALIMENTICIA Y AFRONTAR LA REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO**

Atxaerandio R, Goiri I, García-Rodríguez A, Rey J, Jiménez JA, González-Recio O

368 **PREVALENCE AND RISK FACTORS ASSOCIATED WITH KETOSIS DETECTED IN DHI CONTROL SAMPLES IN CATALONIA**

Guadagnini M, Casals R, Jubert A, Cainzos J

SANIDAD

369 **USO CUANTITATIVO DE LA SEROLOGÍA PARA MONITORIZAR LA CIRCULACIÓN DEL VIRUS BVD EN LOS REBAÑOS VACUNADOS CON VACUNA INACTIVADA**

Carbonell C, Elvira L, Villaamil J, Ambroggio R, Conde R, Vicente MI, Pilar C, Álvarez M

370 **PRECISIÓN DE LOS ACELERÓMETROS COMO SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN DEL ESTADO DE SALUD EN TERNEROS DE ENGORDE**

Belaid MA, Rodríguez-Prado D V, Rodríguez-Prado M, Chevaux E, Calsamiglia S

371 **SITUACIÓN DE LA PARANFISTOMOSIS EN GALICIA Y SU CONSIDERACIÓN COMO ENFERMEDAD EMERGENTE**

García-Dios D, Díaz P, Remesar S, Prieto A, López G, López-Novo C, Panadero R, Fernández G, Morrondo P, Díez-Baños P, López CM

REPRODUCCIÓN

372 **TRATAMIENTOS ALTERNATIVOS DE VACAS ANÉSTRICAS EN PASTOREO. UN ESTUDIO PILOTO**

Rojas E, Sánchez JM , Gobikrushanth M, Fernández P, Kenneally P, Lonergan P, Butler ST

372 **DESEMPEÑO REPRODUCTIVO Y PERMANENCIA EN EL RODEO DE VACAS LECHERAS QUE SUFREN PÉRDIDA DE PREÑEZ**

Wijma R, Stangaferro ML, Giordano JO

MANEJO

373 **MEJORA DE LA RECRÍA TRAS LA IMPLANTACIÓN DE PROTOCOLOS DE MONITORIZACIÓN EN GRANJAS COMERCIALES**

Barrientos E, Ruiz-De Genova D

374 **EFECTO DE LA BIOMASA FORESTAL COMO MATERIAL DE CAMA COMPOSTADA SOBRE EL COMPORTAMIENTO EN VACAS DE LECHE**

Llonch L, Castillejos L, Mainau E, Manteca X, Ferret A

CEBO

375 **EL IBR EN EL CEBO DE TERNEROS. CASO PRÁCTICO DEL IMPACTO EN TERNEROS PARA EXPORTACIÓN**

Blasco JL, Manero C, Carande JM, Elvira L

375 **EVALUANDO LA CIRCULACIÓN DEL VIRUS BVD SOBRE EL SÍNDROME RESPIRATORIO BOVINO (SRB) EN TERNEROS PASTEROS DE UN CEBADERO INDUSTRIAL**

Gutierrez JM, Martín D, Casado AB, Gómez L, García R, González JV, Elvira L

SANIDAD

377 **PUNTOS DE CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN BACTERIANA DEL MATERIAL UTILIZADO PARA FABRICAR Y ALIMENTAR TERNERAS CON LECHE EN POLVO**

Tejero C, Victoria JJ, Elvira L

378 **INFECCIONES POR FASCIOLA HEPÁTICA EN GANADO VACUNO DE GALICIA: ¿CUÁL ES LA SITUACIÓN ACTUAL?**

García-Dios D, Díaz P, Remesar S, Prieto A, López G, López-Novo C, Panadero R, Fernández G, Morrondo P, Díez-Baños P, López CM

EXTENSIVO

379 **APROXIMACIÓN AL NIVEL DE CUERPOS CETÓNICOS EN SANGRE DEL TORO BRAVO TRAS EL MANEJO DE LA LIDIA**

Lomillos JM, López-Merchán, JS, Amador I, Garibo J, Ibáñez A, Alonso ME

CEBO

380 **LA EVALUACIÓN ECOGRÁFICA DEL SRB EN EL CEBO DE TERNEROS MAMONES: DE LA ENTRADA AL SEGUIMIENTO DURANTE EL PRIMER MES DE ESTANCIA**

Tejero C, Marti S, Pujols J

CIRUGÍA

380 **ASOCIACIÓN ENTRE LAS LESIONES PODALES EN LACTACIÓN TEMPRANA Y EL RIESGO DE ELIMINACIÓN**
Bellet-Elias R, Omontese B, Bisinotto R, Cramer G

REPRODUCCIÓN

381 **LA DEPHERELINA INCREMENTA LA ACTIVIDAD LUTEAL MEDIDA CON ECOGRAFÍA DOPPLER TRAS LA PUNCIÓN FOLICULAR PARA EVITAR GESTACIONES GEMELARES EN VACAS BI-OVULARES**
Garcia-Ispierto I, Serrano-Pérez B, Pérez-Salas JA, Pradés B, Nunes JM, López-Gatius F

PÓSTER

CALIDAD DE LECHE

384 **EVALUACIÓN DE DOS TESTES DE CULTIVO BACTERIOLÓGICO PARA APOYAR LAS DECISIONES DE TRATAMIENTO EN MASTITIS CLÍNICAS BOVINAS**
Malcata F, Viora L, Zadocks RN

384 **MODELO DE PREDICCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE VACAS EN FUNCIÓN DEL RCS SEGÚN NÚMERO DE LACTACIÓN Y DÍAS EN LECHE**
Noya C, Miguez JL Penelas M, Mourazos N, Sesto F, Tato A, Nodar L, Angelats D, Zalduendo D, Villoria P, Ordis P, Mato I, Fernández S

385 **ASOCIACIÓN ENTRE LA VACUNACIÓN CON STARTVAC EN LA PREVALENCIA DE MAMITIS CLÍNICA Y EL RCS EN TANQUE EN GRANJAS ASESORADAS POR SERAGRO**
Noya C, Miguez JL Penelas M, Mourazos N, Sesto F, Tato A, Nodar L, Angelats D, Zalduendo D, Villoria P, Ordis P, Mato I, Fernández S

386 **ANÁLISIS DE FACTORES DE RIESGO PARA RCS EN TANQUE**
Noya C, Miguez JL Penelas M, Mourazos N, Sesto F, Tato A, Nodar L, Angelats D, Zalduendo D, Villoria P, Ordis P, Mato I, Fernández S

387 **EVOLUCIÓN DE 31 GRANJAS POSITIVAS A PROTOTHECA SPP EN LECHE Y LA RELACIÓN CON SUS VALORES EN EL RECUENTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS Y RECUENTO BACTERIOLÓGICO**
Jubert A Lázaro M

388 **ESTUDIO DE CEPAS DE *STAPHYLOCOCCUS SPP, STREPTOCOCCUS SPP Y ENTEROCOCCUS SPP* EN MUESTRAS RECOGIDAS EN EXPLOTACIONES DE VACUNO LECHERO EN ARAGÓN**
Espada Aguirre M, Ortega Rodríguez C, Orós J, Ramos J, Figureras L

VARIOS

389 **ESTUDIO DE COMPETITIVIDAD DE LA GANADERÍA BOVINA EN DOS MUNICIPIOS DE LA COSTA DE OAXACA**
Durán E, Sánchez V, Ruíz A

390 **BENCHMARKING DE LOS INDICADORES DE RENDIMIENTO DE 187 GRANJAS ROBOTIZADAS EN 2018**
Trillo Y

GESTIÓN

391 **CASO PRÁCTICO: IMPACTO DE LA SOBREPOBLACIÓN EN ORDEÑO AUTOMATIZADO CON TRÁFICO LIBRE**
Trillo Y

392 **PRUEBA PILOTO DE UN NUEVO BIOSENSOR DE PARTO UNIDO A LA COLA EN VACAS LECHERAS**
Mee JF, English L, Murphy JP

SANIDAD

392 **EVOLUCIÓN DEL VIRUS IBR TRES AÑOS DESPUÉS DE SU ENTRADA EN UNA GRANJA LECHERA QUE ERA LIBRE DE IBR**
Turón L, Ordis P, Mato I, Barreto M, Campillo-Benéitez JP

393 **DESARROLLO Y MEJORA DEL DIAGNÓSTICO DE LA CAMPYLOBACTERIOSIS GENITAL BOVINA**
Horcajo P, Ortega-Mora LM, Fort M, Aduriz G, Osoro K, Román-Trufero A, Vázquez-Calvo A, Vázquez P, García-Latorre R, Collantes-Fernández E

394 **¿SON EFICACES LOS MACRÓLIDOS EN LA LUCHA FRENTE A *MYCOPLASMA BOVIS*?**
García-Galán A, Gómez-Martín AGarcía A, Tatay-Dualde J, Prats van der Ham M, Alcázar J, Corrales JC, Sánchez A, Contreras A, De la Fe C

395 ***MYCOPLASMA BOVIS* Y MASTITIS SUBCLÍNICA: SUSCEPTIBILIDAD ANTIMICROBIANA FRENTE A FLUOROQUINOLONAS**
García-Galán A, Gómez-Martín AGarcía A, Tatay-Dualde J, Prats van der Ham M, Alcázar J, Lázaro M, Corrales JC, Sánchez A, Contreras A, De la Fe C

395 ***MYCOPLASMA BOVIRHINIS* ESTÁ PRESENTE EN EL TRACTO RESPIRATORIO DE TERNEROS ESPAÑOLES AL INICIO DEL CEBO**
García-Galán A, Gómez-Martín AGarcía A, Tatay-Dualde J, Prats van der Ham M, Alcázar J, Sánchez A, Contreras A, Mas A, De la Fe C

396 **ROL DEL VETERINARIO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE MANEJO, SANIDAD Y BIENESTAR PARA UN USO RESPONSABLE DE ANTIBIÓTICOS EN EL GANADO BOVINO**
Cuevas MI, Borge C, García-Bocanegra I, Sánchez JM

397 **PREVALENCIA DE VIRUS ENTÉRICOS EN CASOS DE DIARREA NEONATAL DEL NOROESTE DE ESPAÑA**

Prieto A, Díaz P, López-Novo C, Díaz-Cao JM, López-Lorenzo G, Remesar S, García-Dios D, López C, Panadero R, Iglesias A, Quintela LA, Morrondo P, Díez-Baños P, Fernández G

398 **CONTRATAR CRÍA DE NOVILLAS LECHERAS: DEMOGRAFÍA Y AMENAZAS POTENCIALES DE BIOSEGURIDAD**

McCarthy MC, Kennelly J, Byrne N, O'Grady L, Mee JF

398 **PREVALENCIA DE E. COLI PRODUCTOR DE BLEE/AMPC Y CARBAPENEMASAS EN EXPLOTACIONES DE GANADO VACUNO DEL PAÍS VASCO**

Tello M, Oporto B, Elguezabal N, Hurtado A

399 **PARATUBERCULOSIS BOVINA EN ANDALUCÍA Y SU DISTRIBUCIÓN SEGÚN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN**

Jurado-Martos F, Maldonado García A, Gómez-Gascón L, Huerta Lorenzo B, Galán-Relaño Á, Tarradas Iglesias C, Luque Moreno I, Cardoso-Toset F

NUTRICIÓN

400 **ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN SOBRE LA TEMPERATURA RUMINAL**

García García JJ, Posado Ferreras R, Zúñiga Montero JA, Alonso de la Varga ME, Tabernero de Paz Risueño MJ, Bodas Rodríguez R

401 **MANEJO ALIMENTARIO EN TERNEROS FRISONES DE CEBO: PH RUMINAL Y RENDIMIENTO PRODUCTIVO**

García-García JJ, Posado R, Tabernero de Paz MJ, Bodas R

REPRODUCCIÓN

402 **AZOOSPERMIA TRANSITORIA EN DOS SEMENTALES DE RAZA CHAROLESA**

Fernández-Novo A, Santos-López S, González-Martín JV, Pérez-Garnelo SS, Astiz S

403 **EFECTO DE LA APLICACIÓN DE FLUNIXÍN MEGLUMINE EN EL MOMENTO DE LA INOCULACIÓN EMBRIONARIA EN NOVILLAS FRISONAS RECEPTORAS SOBRE LOS RESULTADOS DE FERTILIDAD**

Fuentes Ibáñez, S, Sierra Toral A, Liébana Ambrosio E, Rodríguez Lago JM, Alcántara Isidro GJ, Domínguez Fdez-Tejerina JC

404 **UN INCREMENTO DE LEUCOCITOS POLIMORFONUCLEARES EN CÉRVIX PREVÉ BAJA FERTILIDAD EN VACAS LECHERAS**

Oropeza MA, De la Sota RL, Bedolla M, Hernández-Cerón J

405 **EVOLUCIÓN DURANTE 10 AÑOS (2008-2017) DE LOS PARÁMETROS REPRODUCTIVOS EN GRANJAS LECHERAS DE ALTA PRODUCCIÓN TRAS LA IMPLEMENTACIÓN SISTEMÁTICA DE IATF A PRIMERA INSEMINACIÓN Y DEL SISTEMA DE CAMAS**

Feyjoo, P, Pesántez J, Vázquez J, Heras A, Cáceres E, Patrón R, Pérez N, González-Martín JV, Fargas O, Astiz, S

405 **EFECTO DEL SEMEN FRESCO SOBRE LA TASA DE PREÑEZ EN VACAS DE CARNE CON CRÍA AL PIE, QUE NO EXPRESAN CELO AL MOMENTO DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL**

Trucco FT, Ahibe ME, Valtcheff FA

406 **CONGELACIÓN DE SEMEN OBTENIDO MEDIANTE ELECTROEYACULACIÓN EN TOROS WAGYU Y ANGUS, CON EL EMPLEO DE DOS DILUYENTES COMERCIALES. RESULTADOS PRELIMINARES**

Pérez-Garnelo SS, Vázquez J, Pesantez-Pacheco JL, Heras-Molina A, Villagrá A, Gardón JC , Martínez D, Sebastián F, González-Martín JV, Astiz S

CEBO

407 **INCREMENTO DE PESO EN VAQUILLAS SUIZAS ALIMENTADAS CON ESTIÉRCOL DE CERDO DESHIDRATADO CON PATA DE SORGO Y MELAZA**

Ochoa E, Gutiérrez E

EXTENSIVO

408 **PERFIL BIOQUÍMICO MEDIO EN VACAS DE CARNE CAÍDAS**

Minas M

CIRUGÍA

409 **MASTECTOMÍA POR EL FLANCO. DESCRIPCIÓN DE UNA NUEVA TÉCNICA QUIRÚRGICA**

Trucco FT

MEDICINA

410 **MONITORIZANDO EL RESULTADO TERAPÉUTICO DE INCLUIR O NO UN AINE POUR-ON EN EL TRATAMIENTO DE NEUMONÍA EN LAS TERNERAS DE RECRÍA**

Pilar C, Grille R, Cundins A, Ibañez A, Elvira L

XXIV

CONGRESO
INTERNACIONAL
ANEMBE DE
MEDICINA BOVINA

SEVILLA

22, 23 y 24 de mayo de 2019

Acción, conocimiento y pasión

LIBRO DE PONENCIAS, COMUNICACIONES ORALES Y PÓSTER

CURRÍCULOS

ANEMBE
ASOCIACIÓN NACIONAL DE ESPECIALISTAS EN MEDICINA BOVINA DE ESPAÑA



DR. ÁNGEL ABUELO

Ángel es profesor de salud y bienestar de vacuno en la Facultad de Veterinaria de la Universidad Estatal de Michigan (MSU; EE. UU.). Ángel completó sus estudios de veterinaria en la Universidad de Santiago de Compostela (USC), donde también cursó sus estudios de máster y doctorado. También completó una residencia del Colegio Europeo de Medicina Bovina (ECBHM) entre la USC y la Clínica para Rumiantes de la Universidad de Múnich (Alemania), así como un máster en docencia veterinaria por el Royal Veterinary College de la Universidad de Londres (Reino Unido). Ángel es especialista diplomado por los colegios europeo (ECBHM) y americano (ABVP-Dairy), en ambos casos mediante examen, siendo el primer español en obtener el título de especialista europeo mediante examen en este campo, y el único veterinario diplomado por ambos colegios. Asimismo, ha sido reconocido como miembro asociado por el Colegio Americano de Medicina Interna Veterinaria (ACVIM) en la especialidad de medicina interna de grandes animales.

Antes de su incorporación a MSU, Ángel fue profesor titular de medicina y producción de rumiantes y jefe del servicio de medicina de animales de producción en la Universidad Charles Sturt de Australia. En la actualidad, Ángel dirige un programa de investigación y extensión centrado en inmunología nutricional en ganado vacuno que en menos de un año ha asegurado más de 1 millón de dólares en financiación del Estado de Michigan y del Departamento de Agricultura del gobierno de EE. UU. Ángel es autor de más de 25 artículos científicos y casos clínicos publicados en revistas internacionales (J Dairy Sci, Vet J, J Vet Intern Med, etc.), y es editor de la sección de inmunología de la revista Nature Scientific Reports.



INÊS AJUDA

Inês Grenho Ajuda terminó el BSc / MSc en Medicina Veterinaria en 2012 en la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Técnica de Lisboa.

Su tesis se centró en comparar la comodidad y la adaptación de las vacas lecheras a dos tipos diferentes de camas (puesto libre y cubículos).

Después de completar su licenciatura, comenzó a trabajar en el Proyecto de Indicadores de Bienestar Animal (Proyecto AWIN), investigando la evaluación del dolor y los medios para mitigar el dolor en cabras lecheras.

Inês se unió a Compassion en 2015 como gerente de investigación. Ella utiliza su experiencia en el campo, así como el conocimiento del dolor de los animales de granja para apoyar al equipo en su misión de ubicar el bienestar de los animales de granja en el corazón de la industria alimentaria, además de seguir estructurando la base de evidencia científica de Compassion's in Food Business. Programme.



DRA. MARTA ELENA ALONSO DE LA VARGA

Marta Elena es profesora de producción y bienestar animal en vacuno en la Facultad de Veterinaria de la Universidad de León donde curso su licenciatura entre los años 1985-90 y se doctoró en febrero de 1995. Ha realizado estancias docentes y de investigación en el Teagasc, Grange Animal & Grassland Research Centre en Dunnsany (Irlanda), Animal Science Centre Universidad de Maryland (USA), Faculty of Veterinary Medicine University College de Dublin (Irlanda) y The Royal (Dick) School of Veterinary Studies de Edimburgo (Escocia).Es miembro de la International Society of Applied Ethology (I.S.A.E.) desde 1998, Socio Fundador de la Sociedad Española de Zooetnología desde 2001 y Académica Correspondiente de la Academia de Ciencias Veterinarias de Castilla y León. Participó en los Comités Organizadores del 48th Congress of International Society for Applied Ethology (2014) y del Symposium del Toro de Lidia (desde 2011 hasta 2017) y es miembro del Comité Científico del Symposium del Toro de Lidia.

Imparte docencia desde 1992 en las Facultades de Veterinaria, Biología y Ciencias Ambientales y Escuela Superior y Técnica de Ingeniería Agraria de la Universidad de León en disciplinas de Licenciatura, Grado y Máster relacionadas con sistemas extensivos e intensivos de producción en rumiantes, comportamiento y bienestar animal, bioética y estudio y conservación de las razas autóctonas y la biodiversidad. Ha participado como ponente en 27 conferencias y seminarios nacionales e internacionales y como directora y ponente en 44 cursos de extensión universitaria. Lidera el grupo INNOVAVET de la ULE, desarrollando 7 proyectos de innovación docente.

Ha participado en 26 proyectos competitivos nacionales e internacionales y contratos de investigación que han generado 41 artículos en revistas indexadas en Science Index Citation, 28 en revistas no indexadas y 7 divulgativas, 22 libros y capítulos de libros y 3 patentes. La activa participación en foros nacionales e internacionales se refleja en 171 comunicaciones y ponencias presentadas habiendo recibido diversos premios (Symposium del toro de lidia, 2001, 2007 y 2009; VII Congreso Mundial Taurino de Veterinaria, 2011 y III Congreso Iberoamericano de Veterinarios Taurinos (México), 2011). Se ha implicado en la formación de nuevos investigadores dirigiendo 11 Tesis Doctorales, 7 Tesinas de Licenciatura, 5 Trabajos Fin de Carrera, 3 Trabajos Fin de Máster y 15 Trabajos Fin de Grado. Es revisora de diversas revistas internacionales y miembro del Editorial Boarding de la revista Applied Animal Behaviour Science desde 2011.



EMILI CALVET CAPDEVILA

Licenciado en Veterinaria por la Facultad de Veterinaria de Zaragoza en 1986.

Inició su actividad profesional en abril de 1988. Desde su inicio hasta finales de 1991 trabajó como especialista en Medicina Clínica y Control Reproductivo. A partir de 1992, desarrolla la actividad profesional como especialista en Calidad de leche.

Desde noviembre de 2003, es socio fundador junto con Octavi Fargas Busquets de la empresa VAPL S.L.P. Dedicada al asesoramiento técnico en las áreas de calidad de leche y gestión técnico-económica de granjas de vacuno lechero para veterinarios, explotaciones de vacuno de leche, industrias lácteas y diferentes empresas farmacéuticas y ganaderas.

Ha participado en numerosas comunicaciones y ponencias dentro de la especialidad. Además de diversas publicaciones en revistas científicas, técnicas y de divulgación veterinaria y ganadera, así como en la coordinación del Módulo de Calidad de leche del I Máster de Bovino de Leche, impartido por la Universidad Autónoma de Barcelona.

Socio de Anembe desde el año 1992.



DR. NOUREDDINE CHARFEDDINE

Doctor Ingeniero agrónomo en Mejora genética por la Universidad Politécnica de Madrid. Lleva más de 20 años trabajando en el departamento Técnico de CONAFE, desarrollando tareas relacionadas con las evaluaciones genéticas y genómicas en vacuno de leche.

Ha publicado varios artículos científicos y de divulgación.

Lleva desde el 2010 trabajando sobre cómo recoger datos de salud y como incorporar los caracteres de salud a los programas de mejora genética.

Desde 2015 forma parte del grupo de trabajo de ICAR sobre caracteres funcionales.



DR. NIGEL COOK

Nigel Cook es profesor en la sección de Medicina de Producción Animal de la Universidad de Wisconsin-Madison, Escuela de Medicina Veterinaria.

Se graduó como veterinario en 1992 y trabajó en una gran clínica de animales de alimentación en el sur de Inglaterra durante cuatro años antes de trasladarse al Royal Veterinary College, Hertfordshire, donde pasó tres años como profesor y director de la Clínica ambulatoria de grandes animales.

Desde 1999 ha estado en Wisconsin, enseñando a estudiantes de veterinaria, realizando investigaciones y desarrollando actividades de extensión para mejorar el bienestar del ganado lechero. Sus intereses particulares incluyen la prevención de cojeras, la comodidad de las vacas y la mejora del diseño de las instalaciones.

Desarrolló la Iniciativa Dairyland, un recurso para impulsar la creación de alojamientos para el ganado cuidadosas con el bienestar en 2010.
Actualmente es Presidente del Departamento de Ciencias Médicas y ex Presidente de la Asociación Americana de especialistas en bovino.



DR. JOEP DRIESSEN

Joep Driessen comenzó su carrera como veterinario en 1995 con dos años trabajando en práctica mixta. Después de su experiencia práctica como veterinario, comenzó a explorar los campos de la comunicación, las habilidades de asesoría y el marketing.

En 1997 creó la consultora veterinaria Vetvice con Jan Hulsen.

En 1999 se imparte el primer taller de CowSignals.

En 2003 lanza su primer libro CowSignals (primer autor, Jan Hulsen). En 2013 vendieron 200.000 libros de CowSignals en 35 idiomas.

Desde el 1 de enero de 2004, trabaja a tiempo completo en CowSignals: enseña a los ganaderos y asesores a ver más y entender el lenguaje corporal de la vaca.

En la actualidad, la compañía de capacitación CowSignals está activa en 55 países, lo que brinda un conocimiento y una experiencia únicos de la ganadería lechera. Mucho se aprende de los agricultores, asesores y científicos de todo el mundo, ¡pero aprendimos más de la vaca!



DR. FRANK VAN EERDENBURG

Frank van Eerdenburg recibió su DVM en 1986 en Utrecht, Países Bajos. Obtuvo un Doctorado en Medicina Veterinaria en 1991 en su tesis: “El desarrollo postnatal de algunos núcleos en el hipotálamo de cerdo: un estudio morfométrico e inmunocitoquímico.

Hizo dos proyectos de post doctorado en la Universidad de Calgary, Calgary, Canadá y en la Universidad de Yale, New Haven, EE.UU. en 1991 - 1992 Trabajando en la neuro-fisiología de la rata y el desarrollo del hipotálamo del mono, resp.

En 1993 comenzó como profesor asociado en el departamento de Sanidad Animal de Granja de la Facultad de Veterinaria de Utrecht, Países Bajos. Él enseñó a la cría de animales de ganado, ovejas y caballos hasta el año 2003 y enseña ahora el bienestar animal y la adaptación de los animales de granja.

Como consultor asesora a los productores de leche en el campo de la cría y la ventilación.

Su investigación se centró en el pasado en el comportamiento estral y su detección en el ganado lechero.

Actualmente, el bienestar y el comportamiento de las vacas lecheras son los temas principales de la investigación.



DR JOSEBA GARRIDO

Tras ser Licenciado en Veterinaria por la Universidad de Zaragoza en 1994 se incorporó al Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario - Neiker (anteriormente SIMA) en octubre de 1994 disfrutando de una Beca predoctoral concedida por el Departamento de Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco. Desde ese momento empezó su carrera investigadora centrada en el campo de las micobacteriosis, fundamentalmente Tuberculosis y Paratuberculosis.

El diagnóstico y control de estas micobacteriosis tanto en ganado como en la fauna silvestre son sus principales líneas de interés.

Ha participado en 30 Proyectos de Investigación financiados tanto por la UE, como por Convocatorias del Plan Nacional y de Administraciones Locales de la CAPV, de los cuales 25 estaban relacionados con las micobacteriosis. Estos proyectos se han desarrollado principalmente en explotaciones comerciales de la CAPV.

Ha participado en más de 90 publicaciones científicas, además de en 25 publicaciones de carácter divulgativo.

Formó parte del panel de profesores que impartieron el curso Formación en los aspectos teóricos, prácticos y de base legal en el diagnóstico de la tuberculosis bovina. Organizado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Cabría destacar que en 1996 ingresó en la Asociación Internacional de Paratuberculosis y que desde noviembre de 2007 es Miembro de su Comité Ejecutivo en representación del Estado.

Socio de ANEMBE desde 1995 y asistente habitual.

Desde enero de 2015 es el Responsable del Departamento de Sanidad Animal de NEIKER.



DR. CHRISTIAN GERSPACH

Christian Gerspach es especialista en medicina interna de grandes animales y actualmente es jefe de la División de Medicina Interna, de la Clínica para Rumiantes en el Departamento de Nutrición de la Universidad Vetsuisse-Faculty de Zurich, Suiza.

En 2000, se graduó como veterinario en la Universidad de Berlín. Entre el 2000 y el 2005, trabajó en la Clínica para Rumiantes en Zurich y obtuvo su Doctorado de la Universidad de Zurich en 2003.

En 2005, ingresó en un programa de residencia (medicina interna de animales grandes) en la Universidad Estatal de Ohio, EE. UU. Durante ese tiempo, también completó su programa de Maestría en Ciencias.

Después de especializarse en medicina interna de grandes animales (alimentación animal), se convirtió en Diplomado del Colegio Americano de Medicina Interna Veterinaria (ACVIM).

En 2008, se reincorporó al equipo de la Clínica para Rumiantes en el Departamento de Alimentación Animal de la Universidad Vetsuisse-Faculty de Zurich como profesor titular, realizando trabajos clínicos, de investigación y docencia.

Su investigación se centra en el metabolismo de las vacas de transición, la enfermedad del hígado graso y la investigación clínica.



TOM GREENHAM

Tom Greenham BVSc DBR MRCVS

Tom es director en Advance Milking Limited, un servicio de consultoría para todos los aspectos de la salud de la ubre y la optimización de la máquina de ordeño.

Advance Milking proporciona asesoramiento especializado para granjas lecheras en el Reino Unido e Irlanda, así como en todo el mundo para brindar capacitación y apoyo independiente a otros cirujanos veterinarios lecheros y partes interesadas de la industria. Llevar a cabo y facilitar proyectos de investigación es un área de trabajo en crecimiento, con Advance Milking actualmente liderando estudios sobre eficiencia de ordeño y salud de la ubre. El historial de Tom es en medicina veterinaria, con diez años en la práctica de productos lácteos antes de establecer Advance Milking con su colega Dan Humphries.

El creciente interés en la salud de la ubre y el rendimiento del ordeño condujo a una mayor especialización en esta área.

Tom proporcionó asesoramiento avanzado sobre la relación entre la vaca y la máquina de ordeño y su impacto en la mastitis, la calidad de la leche y la eficiencia del ordeño.



DR. TANYA GRESSLEY

Tanya Gressley es profesora asociada en el Departamento de Ciencias de los Alimentos y los Animales de la Universidad de Delaware.

Recibió su B.S. y M.S. Licenciatura en Ciencia Animal de la Universidad de Maryland y su Ph.D. en Ciencias Lecheras por la Universidad de Wisconsin.

La investigación de la Dra. Gressley se centra en la nutrición y la inmunología nutricional. Sus proyectos actuales incluyen la evaluación del impacto de la fermentación intestinal del almidón en la respuesta inflamatoria a la acidosis ruminal subaguda, la evaluación de la biodisponibilidad y la respuesta de rendimiento a las fuentes de aminoácidos protegidas del rumen y las respuestas gastrointestinales a los microbianos de alimentación directa.

La Doctora Gressley colabora como Editora Principal de la Sección de Salud, Comportamiento y Bienestar del Journal of Dairy Science y enseña cursos sobre producción de lácteos y fisiología de la lactancia.



Mª DEL CARMEN GONZÁLEZ MARTÍN

Licenciada en veterinaria por la Universidad de León

Cuerpo Nacional Veterinario desde abril de 2004.

Trabajando en el ministerio de agricultura desde el año 2005, desempeñando diversos cargos relacionados con la sanidad animal y la trazabilidad.

Actualmente, y desde el año 2016 subdirectora adjunta de la S.G de sanidad e Higiene animal y trazabilidad.

Entre las funciones desempeñadas podemos mencionar:

Elaboración de informes de situación, recomendaciones y prevención de riesgos en sanidad veterinaria.

Elaboración de informes sobre la situación sanitaria de España para su remisión a la Comisión Europea, a la OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal) así como a otros organismos internacionales.

Participación en reuniones con las Comunidades Autónomas y con los sectores implicados, para la coordinación de las medidas sanitarias.

Presentación, negociación, coordinación y gestión ante la Unión Europea de los Programas nacionales de erradicación y control de enfermedades de los animales para su aprobación técnico-presupuestaria.

Participación, como portavoz de la delegación española, en reuniones de expertos comunitarios y en grupos de trabajo de legislación de la UE en Bruselas, referentes a diversos temas, entre los que se incluyen temas referentes a política sanitaria y a la elaboración de normativa comunitaria.



DR. IGNACIO IPHARRAGUERRE

Ignacio R. Ipharraguerre es Investigador Senior en el Instituto de Nutrición Humana y Ciencias de la Alimentación de la Universidad de Kiel (Alemania).

En 1995 obtuvo el grado de Ingeniero Agrónomo en la Universidad de Buenos Aires (Argentina). Después de 3 años de trabajar como consultor técnico en su país natal, el Dr. Ipharraguerre comenzó estudios de postgrado en la Universidad de Illinois (USA) donde obtuvo una maestría (M.S., 2001) y un doctorado (Ph.D., 2004) en ciencias animales con especialización en fisiología nutricional del ganado lechero.

En el 2005, comenzó a trabajar como Gerente de Investigación y Desarrollo en el área de rumiantes en Cargill Inc. (Minnesota, USA) y después de 2 años decidió continuar su carrera profesional en España liderando el Departamento de I+D de la División de Zootecnia de Lucta S.A.

Durante los 10 años en el sector privado, sus trabajos de investigación se centraron en la fisiología/fisiopatologías intestinales y regulación del consumo voluntario en numerosas especies animales.

Al comienzo del 2016, el Dr. Ipharraguerre se incorporó a la Universidad de Kiel donde lidera un programa de investigación de doble propósito (animales y humanos) que apunta a entender el impacto que algunos factores de la dieta tienen sobre el eje intestino-hígado y las consecuencias immunometabólicas para el hospedante.

El Dr. Ipharraguerre es autor o coautor de más de 100 publicaciones, incluyendo artículos en revistas científicas, capítulos de libros, y patentes.



DR. CLIFF LAMB

G. Clifford Lamb recibió su B.S. en Ciencia Animal de la Universidad Estatal de Middle Tennessee en 1992.

Completó los requisitos para el M.S. y Ph.D. Grados en 1996 y 1998, respectivamente.

Actualmente es profesor y jefe del Departamento de Ciencia Animal de la Universidad de Texas A&M. Durante su carrera, sus principales esfuerzos de investigación se han centrado en la fisiología reproductiva aplicada en el ganado, enfatizando la sincronización del estro en novillas de reemplazo y vacas en el posparto.

En 2013, el Dr. Lamb y 6 colegas recibieron el Premio de asociación USDA-NIFA para esfuerzos de múltiples estados por sus esfuerzos de extensión en la gestión reproductiva y recibieron el Premio de becas de la Fundación de investigación de la Universidad de Florida en 2014 y el Premio a la gestión de animales ASAS en 2015 y la Fisiología de ASAS. y el Premio de Endocrinología en 2017.

Sus programas han recibido más de $ 10 millones en subvenciones o regalos. Ha publicado 109 artículos de revistas del sector y más de 525 informes de extensión e investigación.



DR. FERNANDO LÓPEZ GATIUS

Fernando López Gatius fue licenciado en veterinaria por la Universidad de Zaragoza (1978), doctor en veterinaria por la Universidad Autónoma de Barcelona (1987) y miembro extranjero electo de la Academia Real de Medicina de Bélgica (2013). Profesor/catedrático de Universidad desde 1985 hasta 2015. Desarrolla un control reproductivo en ganado vacuno lechero basado en visitas semanales que le ha permitido realizar desde 1979 hasta 2018 más de un millón de exámenes ginecológicos. El registro de datos de este control ha servido para la mayor parte de su producción científica, relacionada con la fisiología clínica reproductiva de la vaca de alta producción. Ha participado en la elaboración de 212 artículos científicos que han recibido más de 4400 citas, con un índice h de 37 (“Web of Science”, enero de 2019). La mayor parte de su financiación ha derivado del sector privado, sobre todo de explotaciones de ganado vacuno lechero y empresas farmacéuticas. Actualmente es investigador independiente responsable de “Transfer in Bovine Reproduction SLu”, sociedad con objetivos científico-técnicos en explotaciones de ganado vacuno lechero. Son temas especiales de su interés el anestro, sincronización e inducción de la ovulación, la calidad del folículo pre-ovulatorio y del cuerpo lúteo post-ovulatorio, el problema de las gestaciones gemelares y el mantenimiento de la gestación.



DR. ALFONSO LÓPEZ MAYAGOITIA

Alfonso López Mayagoitia, MVZ, MSc, PhD es especialista en Patología Veterinaria y ha sido profesor universitario e investigador por más de 37 años.

Obtuvo su grado de Médico Veterinario y Zootecnista (MVZ) en la Universidad de Tamaulipas en 1973. En 1976 y 1982 obtuvo sus grados de Maestría en Ciencias (MSc) y Doctorado (PhD) en la Universidad de Guelph en Ontario, Canadá

El Dr. López Mayagoitia cuenta con 103 publicaciones en revistas científicas de arbitraje, 12 capítulos en libros de texto y 14 en libros técnicos. Ha dictado más de 210 conferencias nacionales e internacionales y supervisado 23 estudiantes de pregrado y posgrado, y entrenado un gran número de residentes en Anatomía Patológica.

Además de haber trabajado como profesor en las Universidad Autónoma de Tamaulipas, Universidad Nacional Autónoma de México y Universidad de la Isla de Príncipe Eduardo, el Dr. López fue jefe de la sección de Patología en el Centro de Estudios Ambientales del Gobierno de Alberta en Canadá.

El Dr. López ha sido consultor para agencias de desarrollo internacional y colaborador como experto en patología diagnóstica para laboratorios de diagnóstico en Latinoamérica.

Es miembro de la Academia Veterinaria Mexicana y ha sido miembro del comité editorial de revistas científicas de México, Alemania y Canadá.

Fue coordinador de programas internacionales del Colegio Veterinario del Atlántico, director de proyecto con la Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional y responsable titular de dos programas trilaterales México-Canadá-USA de movilidad en educación superior.

En 2016 recibió del grado de Profesor Emérito del Colegio Veterinario del Atlántico y continúa trabajando con universidades de México y Latinoamérica en docencia, diagnóstico e investigación.



DRA. ROCIO MATEO

Mi nombre es Rocío Mateo Gallego y soy Diplomada en Nutrición Humana y Dietética (2007), con un Máster en Alimentación en el Niño y en el Adolescente (2009) y un Máster y Diplomado en Salud Pública (2011) en la Universidad de Zaragoza. En 2015 finalicé el Doctorado en Medicina por la misma Universidad, obteniendo el Premio Extraordinario de Doctorado.

En el año 2008 comencé mi actividad profesional en el ámbito de la investigación, entrando a formar parte del grupo de Dislipemias Primarias, liderado por el Profesor Fernando Civeira, en el marco del Hospital Universitario Miguel Servet y en del Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud primero (2008-2015), y en el Instituto de Investigación Sanitaria de Aragón después (2016). Mi actividad profesional ha sido específicamente llevada a cabo en la Unidad Clínica y de Investigación en Lípidos y Arteriosclerosis, dónde he desarrollado tanto actividad clínica como de investigación, principalmente en pacientes con dislipemias. En estos años especialicé mi formación en el campo de la nutrición clínica, la salud pública y la epidemiología. He participado como coordinadora e investigadora en más de 15 ensayos clínicos.

En el año 2016, y durante 4 meses, realicé una estancia en el grupo de Epidemiología Cardiovascular, liderado por el Profesor Dariush Mozaffarian, en la Friedman School of Nutrition Science and Policy de la Universidad de Tufts (Boston, Estados Unidos). Allí desarrollé un proyecto centrado en el estudio del efecto de modulación de la dieta sobre el impacto de los factores de riesgo sobre la enfermedad cardiovascular. Tuve la oportunidad de aprender diferentes técnicas en el ámbito de la epidemiología, principalmente en la realización de metaanálisis.

Mi actividad profesional también ha estado muy estrechamente vinculada con la Universidad. Durante 3 años fui profesora colaboradora de la Universidad de Zaragoza, dónde impartí diferentes clases en el Grado y cursos de Doctorado de la Facultad de Medicina. Posteriormente, durante el curso 2017/2018, me incorporé a la Universidad Isabel I como profesora en el Grado de Nutrición Humana y Dietética. Desde septiembre de 2018, me he incorporado como profesora ayudante doctor en el Grado de Nutrición Humana y Dietética de la Universidad de Zaragoza, lo que compagino con actividades de investigación en el Grupo de Dislipemias Primarias, en el marco del Instituto de Investigación Sanitaria Aragón.

He participado en más de 10 proyectos de investigación competitiva nacional e internacionales y en redes científicas en el ámbito de la enfermedad cardiovascular, los lípidos y la nutrición. He liderado cuatro de estos proyectos, uno de ellos con financiación pública europea y gestionada por el Instituto Nacional de Investigación Agroalimentaria (INIA), en el marco del plan del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

Mi producción científica incluye más de 60 publicaciones en revistas científicas, la participación en la elaboración de varios libros, la presentación de más de 50 comunicaciones científicas en congresos nacionales e internacionales (10 de ellas como primera autora). He realizado la revisión científica de unos 15 manuscritos para revistas como Clinical Nutrition, British Journal of Nutrition, Nutrition Research y Plos One. Desde hace cinco años, formo parte del Comité Editorial de la revista Journal of Endocrinology & Metabolism. He sido conferenciante en diferentes jornadas o congresos, como en la III Jornada Aragonesa de Nutrición del Hospital Universitario Miguel Servet o el VII Congreso Nacional de Farmacéuticos Comunitarios.



DR. CARLOS MARTÍN ACUÑA

Graduado por la Universidad de Buenos Aires en 1973. Radicado en Azul, Provincia de Buenos Aires, desde esa fecha. Actividad privada, manejo reproductivo en rodeos de cría en las Provincias de Buenos Aires, Córdoba, Santa Fé y Chaco.

Ex jefe de trabajos prácticos de la Cátedra de Bovinos de Carne de la Facultad de Agronomía de Azul desde 1978 a 1988.

Tutor de residencia de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Nacional del Centro, Tandil, Pcia. Bs.As.

Viajó a Australia para trabajar con el Dr. Mike Blockey, en febrero de 1987.

Viaje de estudio al estado de Nebraska, Estados Unidos, asistiendo a seminarios en el Marc en Clay Center y la Universidad de Nebraska, en marzo de 1994.

Premio SOMEVE (Sociedad Medicina Veterinaria) 2015 en reconocimiento a su Trayectoria Profesional.

Desde 1985 desarrolla la Prueba de Capacidad de Servicio, habiendo evaluado 35.000 toritos vírgenes y 10.500 toros adultos.

Lleva tactadas hasta el momento para diagnóstico de gestación 1.080.000 vacas y vaquillonas.

Cursos sobre Examen de Fertilidad en Toros en Azul desde 1991, hasta el año 2019 lleva realizados 38 cursos con la presencia de 550 veterinarios.

Es casado, padre de 6 hijos y 21 nietos.



DR. JOHN F. MEE

El Dr. Mee es el científico principal en investigación veterinaria en el Irish National Dairy Research Center.

John es un buiatra registrado acreditado por el consejo nacional y europeo.

Sus intereses incluyen la salud de los terneros y la cría de terneros, la bioseguridad y las enfermedades infecciosas, el bienestar de las vacas, la perinatología bovina y ovina y la salud del rebaño de vacuno.

Su investigación ha sido publicada en más de 100 artículos de revisión por pares y capítulos de libros.

John ha impartido conferencias / talleres de prestigio invitado a más de 25 países a nivel internacional, incluidas numerosas conferencias plenarias en congresos veterinarios mundiales.

John es profesor en 9 cursos de veterinaria / agricultura / agricultor en Irlanda, el Reino Unido y Hungría.

El Dr. Mee es miembro fundador del Comité Nacional de Salud de los Animales de Irlanda. Cuenta con más de 30 años de experiencia en la práctica veterinaria privada y pública (gubernamental) y en investigación en salud / bienestar animal y teriogenología en Irlanda, Australia y Nueva Zelanda.

John actualmente colabora en proyectos de investigación en Bélgica, Hungría, Polonia, Escocia y Suiza.

El Dr. Mee es miembro de la Junta Editorial de 5 revistas que incluyen Ciencia de Reproducción Animal, Reproducción en Animales Domésticos y el Irish Veterinary Journal. Ha sido invitado a arbitrar cerca de 60 revistas internacionales de biociencia.



DR. LUIS MENDONÇA

El Dr. Luís Mendonça se doctoró en medicina en 2006 en la Universidade Estadual de Maringá, Brasil.

En 2007, trabajó en una práctica privada especializada en gestión y tecnologías de reproducción (es decir, transferencia de embriones y producción de embriones in vitro), brindando servicios a clientes en varios estados de Brasil y Bolivia.

En 2008, fue contratado como investigador de posgrado en el Centro de Investigación y Docencia de Medicina Veterinaria en Tulare, California, donde trabajó en grandes operaciones de lácteos y participó en diferentes aspectos de la investigación de producción de lácteos.

Obtuvo su M.S. Se graduó y completó su residencia en Medicina de Producción Lechera (2012) en el Colegio de Medicina Veterinaria de la Universidad de Minnesota.

El Dr. Mendonça se unió al Departamento de Ciencia e Industria Animal en la Universidad Estatal de Kansas en 2013 como Especialista Estatal de Extensión Lechera donde ahora tiene un 30% de investigación y un 70% de nombramiento de extensión.

Sus funciones y responsabilidades actuales incluyen el desarrollo de un programa de extensión e investigación que aborda los problemas que enfrenta la industria láctea de Kansas y los EE. UU.

Su objetivo es continuar realizando investigaciones relacionadas con la función inmune, la salud, la reducción del calor y el manejo reproductivo del ganado lechero.



JAVIER MIGUELEZ

Licenciado en Veterinaria por la Universidad Complutense de Madrid en 1993.

Socio-administrador de Serclivet, S.L.



DRA. ERICA MUELA

Erica Muela Garrido, Licenciada en Veterinaria en la especialidad de Bromatología en el año 2004 por la Universidad de Zaragoza y Doctora por la misma en el año 2011. Desde el año 2001, vinculada al departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza y dentro del Grupo Consolidado de Calidad de la Carne desde el año 2004 hasta 2013, trabajando en líneas de investigación (a través de proyectos públicos y privados) de calidad de la canal y de la carne de rumiantes, con diferentes publicaciones al respecto, incluyendo la participación en un proyecto de divulgación del consumo de carne de cordero del Gobierno de Aragón y la colaboración en controles de calidad e I+d en Pastores Grupo Cooperativo.

De 2015 a 2016, técnico senior de I+d en Martínez Loriente y desde 2017 hasta la actualidad, responsable de I+d de la planta de corte y envasado en Incarlopsa; en ambas empresas, desempeñando el desarrollo y ejecución de proyectos de I+d en carne de vacuno y porcino, respectivamente.



CRISTINA MUÑOZ

Licenciada en Veterinaria por la Universidad Complutense de Madrid y Diplomada en Dirección y Gestión de Empresas, por la Confederación Empresarial de Madrid, CEOE-CEIM

Actualmente es jefe de servicio de preclínica y clínica y procedimientos centralizados.

Coordinadora del PLAN NACIONAL RESISTENCIA ANTIBIOTICOS (PRAN)

Desde el año 2004 es la representante española en el Comité Europeo de Evaluación de Medicamentos Veterinarios (CVMP

Desde el año 2014 es miembro del grupo de trabajo de la Agencia Europea del medicamento terapias avanzadas (ADVENT)

Desde enero de 2017 es la presidenta del grupo de trabajo de eficacia de la Agencia Europea del medicamento (EWP).

Entre los años 1990 y 2010 ejerció como Jefe de Sección de eficacia y Ensayos clínicos veterinarios. Evaluación de medicamentos veterinarios en la AEMPS

Trabajó en J CATER S.L., Jefe de control de calidad del Departamento de Control de Calidad y Análisis Microbiológico de los Alimentos.

Control de calidad de los alimentos de los catering del aeropuerto y de Renfe. Responsable de la calidad higiénico sanitaria de todos los alimentos elaborados y distribuidos por la empresa para distintas compañías aéreas y la red nacional de ferrocarriles desde 1988 hasta 1990

Ejerció como Veterinario Clínico de pequeños animales desde el 1986 hasta 1988



DR. KENNETH NORDLUND

Ken Nordlund es profesor clínico emérito en la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad de Wisconsin-Madison. Se graduó de la Universidad de Minnesota en 1977 y estuvo en la práctica veterinaria privada especializada en ganado lechero durante 12 años. En 1989, se unió a la Universidad de Wisconsin para fundar el programa de Medicina de Producción Animal en la Escuela de Medicina Veterinaria.

Sus intereses de investigación se han centrado en las interacciones entre las instalaciones y la salud del ganado lechero, así como en los sistemas de registro de productos lácteos, incluido el desarrollo del índice Transition Cow Index ™ patentado.

Los proyectos recientes se han centrado en los factores de las instalaciones para mejorar la salud de las vacas en transición y los sistemas de ventilación con presión positiva para su uso en los establos de terneros y en las áreas de cría de vacas lecheras.

Es un co-desarrollador del sitio web y del programa de divulgación de Dairyland Initiative.

Se retiró del servicio activo en la Universidad de Washington en 2014, pero continúa trabajando con un número de proyectos de investigación.



DR. BART PARDON

Bart Pardon es un veterinario (Universidad de Ghent, 2007), que trabaja en el departamento de medicina interna de animales grandes en la Universidad de Ghent.

Actualmente es el jefe de la división de medicina interna de la clínica de rumiantes y dicta cursos en el área de medicina interna y fisiología de grandes animales.

En 2012 defendió su tesis doctoral sobre morbilidad, mortalidad y consumo de drogas en terneros blancos con énfasis en enfermedades respiratorias.

En 2016 se convirtió en diplomado del Colegio Europeo de Gestión de la Salud Bovina (ECBHM)

Junto a su trabajo en la clínica, Bart y su equipo son consultores activos en salud de rebaños, principalmente en el área de la salud de las crías. Dirige un grupo de investigación que se centra en las enfermedades respiratorias y el uso racional de antimicrobianos en los rumiantes.

Los proyectos en curso se ocupan de diagnósticos rápidos, Mycoplasma bovis, uso racional de antimicrobianos, epidemiología de las infecciones del tracto respiratorio y calidad del aire estable.



DR. LUÍS PINHO

Licenciado em Medicina Veterinária en 2003 por el Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar da Universidade do Porto (ICBAS-UP) y doctorado en Ciencias Veterinarias en 2012 por la misma institución. En 2003 integró la SVAExpleite, Ldª como miembro del cuerpo clínico y consultor en el área de Calidad de Leche. Es Professor Auxiliar en el departamento de Clínicas Veterinárias del ICBAS-UP. De 2011 a 2017 fué Presidente del Conselho Português da Saúde do Úbere. Es miembro desde 2012 del European Mastitis Panel.



DR. JIM QUIGLEY

El Dr. Quigley es Gerente Técnico y de Investigación para Provimi North America en Brookville, OH.

Lidera las actividades de la compañía relacionadas con la nutrición y el manejo de terneras y novillas, que incluyen investigación, soporte técnico, desarrollo de productos, mercadeo, ventas, regulación y control de calidad.

Jim trabaja, con el aporte de otros miembros del equipo, para establecer una dirección estratégica a corto y largo plazo relacionada con el negocio de terneros y novillas.

Antes de unirse a Provimi, el Dr. Quigley fue Vicepresidente y Director de Operaciones de Terneros para APC, Inc. en Ankeny, Iowa. Fue responsable de ventas, marketing, investigación y actividades técnicas para el grupo de Operaciones de Terneros. Desempeñó como Vicepresidente de Investigación de Diamond V Mills y ocupó cargos como Profesor Asociado de Dairy Science en la Universidad de Tennessee y Dairy Nutritionist en Cargill, Inc.

El Dr. Quigley recibió su Ph.D. de Virginia Tech en 1985 y B.S. y M.S. grados de la universidad de New Hampshire.

Su investigación se centra en la nutrición, salud y manejo de terneros lecheros.

Ha publicado más de 200 artículos de revistas y resúmenes relacionados con la nutrición y la salud de terneros y novillas jóvenes. Ha hablado en todo el mundo sobre temas de manejo de terneros y ha ganado varios premios de sociedades científicas por sus contribuciones de investigación.

El Dr. Quigley también mantiene el sitio web Calf Notes.com, que es reconocido internacionalmente como una fuente de información relacionada con el manejo de terneros.

Jim es un corredor de maratones consumado (completó más de 25 maratones) y ha participado recientemente en varios triatlones, incluidos algunos medio Ironman.



DR. REZA SEDDIGHI

Reza Seddighi, DVM, MS, PhD, Diplomado del Colegio Americano de Anestesia y Analgesia Veterinaria.

Es profesor asociado de anestesia y analgesia en la Universidad de Tennessee, Facultad de medicina veterinaria.

Obtuvo su DVM de la Universidad de Shiraz, una Maestría en Ciencias de la Universidad de Illinois y un DVSc de la Universidad de Shiraz.

Es un experto en anestesia y manejo del dolor de los animales. El Dr. Seddighi también está certificado en acupuntura veterinaria (Acupuntura médica certificada) y en soporte vital cardíaco avanzado. Sus intereses especiales son la anestesia y la analgesia y su enfoque clínico incluye la anestesia, el manejo del dolor y la acupuntura.

Realiza investigaciones exhaustivas sobre la farmacocinética y la farmacodinámica de los anestésicos y analgésicos. Participa en la enseñanza de todos los aspectos de la anestesia y el manejo del dolor de animales grandes (caballos y ganado) y animales de compañía (perros y gatos).

El Dr. Seddighi disfruta dando seminarios sobre anestesia en animales con enfermedades coexistentes, anestesia y analgesia geriátrica, manejo de las complicaciones anestésicas y la farmacocinética y dinámica de los fármacos analgésicos.



DR. RANDY SHAVER

El profesor Randy Shaver nació y se crió en una granja lechera del oeste de Pennsylvania. Después de completar un B.S. Randy se graduó en Ciencias Lecheras en la Universidad Estatal de Pennsylvania y recibió un M.S.

Licenciado por el Departamento de Ciencias Animales de la Universidad de Maryland. Completó su Ph.D. y se graduó en Ciencias Lecheras en la Universidad de Wisconsin-Madison en 1986 después de realizar una investigación en la Universidad de Wisconsin-Madison y en el Centro de Investigación de Forraje Lechero de los Estados Unidos.

Randy pasó 1986-88 trabajando en la industria. Desde entonces, ha estado en la facultad en el Departamento de Ciencia Lechera de la Universidad de Wisconsin-Madison con una extensión del 75% y una cita de investigación del 25%.

Los programas de extensión e investigación de Randy se centran en la nutrición aplicada del ganado lechero lactante.

Ha dirigido o codirigido los trabajos de más de 30 estudiantes de Master o doctorado en la UWMadison.

Es autor o coautor de más de 100 publicaciones de revistas, 200 resúmenes científicos, más de 100 artículos en revistas de la industria y varios cientos de artículos de boletines, folletos o boletines y publicaciones en Internet.

Ha presentado más de 700 artículos invitado en conferencias de la industria en 46 estados. Además, ha sido orador invitado para productores de lácteos y auditorias de la industria de piensos en Argentina, Brasil, Canadá (9 provincias), Chile, China, Colombia, República Checa, Dinamarca, Inglaterra, Alemania, Italia, Japón, Corea, México, Portugal. , España y Turquía.

Los premios que Randy ha recibido incluyen: ADSA AFIA Dairy Nutrition Award, ADSA Pioneer Hi-Bred Forage Award, ADSA De Laval Dairy Extension Award, ADSA Nutrition Professionals Applied Dairy Nutrition Award y UW-Madison CALS Pound Extension Excellence Award



DR TOMÁS TRUCCO

Médico Veterinario egresado de la Facultad de Ciencias Veterinarias de Esperanza de la Universidad Nacional del Litoral en el año 2008.

Realizó un internado en Medicina Veterinaria de grandes animales durante 1 año en el distinguido Hospital Escuela del Colegio de Veterinaria de la Universidad de Ohio, en Columbus USA (2009 – 2010).

Fue graduado adscripto de la catedra Enfermedades de los bovinos (FCV UNL) donde tuvo a su cargo el dictado de clases a alumnos de la carrera de Veterinaria durante su año final de graduación (2014-2018).

Actualmente maestreando en la Maestría en Ciencias Veterinarias en la Facultad de Ciencias Veterinarias de Esperanza, especializándose en el área Reproducción Aplicada en Bovinos de carne. Su trabajo final de graduación estudia el efecto del tiempo del proestro y tamaño folicular sobre el ambiente endometrial en vacas de carne.

Cuenta con una amplia y vasta experiencia en asesoramiento de rodeos tantos de leche como de carne. Participa en forma activa en el desarrollo de trabajos de investigación en el área de producción animal.

Lleva publicado más 10 de artículos sobre técnicas anestésicas y quirúrgicas en los bovinos, siendo además autor del blog veterinario

http:/tomastruccomedvet.blogspot.com blog

Email de contacto: fttrucco@gmail.com



DRA. BECKY WHAY

Profesora de Bienestar Animal y Comportamiento, Subdirectora de la Escuela de Veterinaria de Bristol y Directora Internacional de la Facultad de Ciencias de la Salud

Escuela de veterinaria de la Universidad de Bristol

Becky Whay recibió un doctorado de la Universidad de Bristol en 1998 por un trabajo para mejorar los métodos de alivio del dolor para el ganado lechero del Reino Unido, un campo en el que continúa trabajando.

Junto a sus funciones de Directora de Escuela Adjunta y Directora Internacional, dirige un equipo de investigación dentro del grupo Bienestar y comportamiento de los animales que investiga métodos para evaluar y mejorar su bienestar.

Recientemente ha estado trabajando con granjeros lecheros del Reino Unido para reducir la cojera crónica en su ganado, con los dueños de burros etíopes para entender cómo contribuyen los burros a sus vidas y acaba de comenzar un proyecto para investigar el bienestar de los caballos de carreras. Ha investigado, publicado y presentado artículos en el ámbito de la evaluación y mejora del bienestar animal tanto en el Reino Unido como en foros internacionales.

También ha trabajado en colaboración con The Donkey Sanctuary, Brooke Hospital for Animals, la Sociedad Mundial para la Protección de los Animales (WSPA) y Send a Cow en una serie de proyectos destinados a facilitar la mejora del bienestar entre los equinos y animales de producción en el Global Sur.

En agosto de 2019, Becky dejará la Escuela de Veterinaria de la Universidad de Bristol para ocupar el cargo de Vicepresidente Internacional en la Universidad Nacional de Irlanda, Galway.



DR. MARCOS ZENOBI

Doctor en Dairy Science 2018 por la Universidad de Florida, Gainesville, EE.UU.

Master of Science - Animal and Poultry Science 2012 por la Universidad de Saskatchewan, Saskatoon, Canadá.

Especialista en Reproducción Bovina 2014.

Instituto de Reproducción Animal de Córdoba y Escuela de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

Ingeniero Agrónomo 2008 en la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina.

Consultor de Nutrición de Rumiantes 2019 - presente

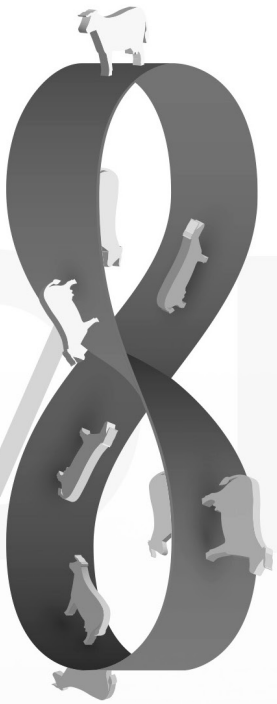
Consultas de nutrición láctea a tiempo parcial para Balchem Inc. 2018

Consultor de nutrición láctea a tiempo parcial. 2008 - 2010

Joven investigador en el Instituto Nacional de Tecnologías Agráficas (INTA). Córdoba, Argentina. 2008 - 2010



XXIV



CONGRESO
INTERNACIONAL
ANEMBE DE
MEDICINA BOVINA

SEVILLA

22, 23 y 24 de mayo de 2019

Acción, conocimiento y pasión

LIBRO DE PONENCIAS, COMUNICACIONES ORALES Y PÓSTER

PONENCIAS

ANEMBE
ASOCIACIÓN NACIONAL DE ESPECIALISTAS EN MEDICINA BOVINA DE ESPAÑA

NUEVOS CONCEPTOS EN PROGRAMAS DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN GANADO EXTENSIVO

M.V. Tomás Trucco

En los últimos años, los avances en el área de la fisiología reproductiva bovina han jugado un papel fundamental en el mejoramiento de la producción pecuaria. La capacidad de sincronizar con éxito una onda folicular y la ovulación se ha hecho más eficiente, y en consecuencia, las tasas de preñez mediante inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) se aproximan a las de la inseminación después del estro espontáneo (Dickinson y col., 2016). Las biotecnologías reproductivas que permiten sincronizar el celo y la ovulación en el ganado han maximizado el empleo de la inseminación artificial (IA) en los bovinos y su incorporación produjo un enorme avance genético y productivo en los sistemas ganaderos.

La duración del proestro es un proceso fisiológico reproductivo decisivo para la fertilidad, y en la vaca el tiempo normal de duración es de 72 a 96 horas. Sin embargo, su duración se reduce en la mayoría de los protocolos de IATF debido a la administración de un agente inductor de la ovulación al momento o después del retiro del dispositivo de progesterona; benzoato de estradiol a las 24 horas, o un análogo sintético de la hormona liberadora de gonadotrofinas (GnRH) a las 48 o 72 horas. Por lo tanto, los protocolos de IATF disponen un intervalo de proestro reducido que podría ir en detrimento de la fertilidad (Dadarwal y col., 2013). Muchos trabajos demuestran que la prolongación del tiempo de proestro incrementa la proporción de hembras que quedan preñadas a la IATF y reduce la mortalidad embrionaria temprana. Estos efectos pueden ser debidos tanto a los efectos preovulatorios de los estrógenos como postovulatorios de la progesterona (Binelli y col., 2014).

En el ganado de carne la habilidad para concebir ha sido asociada positivamente con el tamaño del folículo preovulatorio. Las concentraciones séricas de estradiol durante el proestro y de progesterona durante el diestro siguiente no sólo regulan, sino que también afectan la receptividad y la fertilidad del endometrio (Mesquita y col., 2014).

En la actualidad el ambiente oviductal y uterino han sido definidos como fundamentales para asegurar una adecuada interacción cito-molecular hasta el periodo preimplantacional proporcionando así un correcto reconocimiento y mantenimiento de la gestación (Mesquita y col., 2014).

Los mecanismos fisiológicos que intervienen en la disminución de la fertilidad están condicionados por el efecto del ambiente hormonal del folículo dominante anterior a la IATF, el cual ejerce su efecto tanto sobre la competencia de los ovocitos, como así también a nivel del entorno uterino materno. Los ovocitos deben tener la oportunidad adecuada para completar su maduración celular durante las etapas finales del desarrollo que ocurren dentro del folículo preovulatorio (Dickinson y col., 2016).

En consecuencia, la modificación del tiempo de proestro puede influenciar la fertilidad a través de numerosos mecanismos bioquímicos (Binelli y col., 2014), enfatizando la importancia del entorno endocrino durante el crecimiento y la maduración del folículo ovulatorio (Dadarwal y col., 2013). Sumado a esto, después de la ovulación, la transformación del folículo a un cuerpo lúteo funcional y capaz de sintetizar cantidades adecuadas de progesterona es esencial para el establecimiento de la futura preñez (Dickinson y col., 2016). Sin embargo, los mecanismos celulares y moleculares a través de los cuales la fertilidad es afectada en repuesta a la manipulación de la duración del tiempo de proestro aún no están entendidos en su totalidad (Binelli y col., 2014).

Por esta razón el estado fisiológico del folículo preovulatorio, antes de la IATF, afecta en gran medida los conceptos enumerados anteriormente y tiene un impacto importante en el establecimiento y el mantenimiento de la preñez en los bovinos (Dickinson y col., 2016).

Hormonas ováricas asociadas a la preñez

Estrógeno

El proestro es el período que incluye desde la luteólisis del ciclo anterior, hasta la aparición del estro y se caracteriza por una mayor concentración sanguínea de estradiol, mayor secreción pulsátil de LH, cambios estrogénicos en el tracto reproductivo y crecimiento del folículo preovulatorio (Dickinson y col., 2016).

El microambiente de un folículo preovulatorio es único en relación con otros folículos y una característica distintiva es la secreción relativamente alta de estradiol. El estradiol coordina una serie de procesos fisiológicos que son esenciales para el establecimiento de la gestación en el ganado (Jinks y col., 2013).

Las tasas de preñez en los bovinos de carne por IATF se asociaron positivamente con la duración del proestro y el aumento de las concentraciones séricas de estradiol al momento de la IATF. Los protocolos de sincronización de la ovulación que aumentan la duración del proestro influyen en el ambiente folicular y uterino al aumentar las concentraciones séricas de estradiol en el estro y de progesterona durante la siguiente fase lútea (Dickinson y col., 2016).

Las posibles causas fisiológicas de la reducción de la fertilidad en los animales con menores concentraciones sanguíneas de esteroides podrían incluir la calidad comprometida de los ovocitos y/o un ambiente uterino deficiente que no reúna las características bioquímicas adecuadas que aseguren el correcto desarrollo embrionario (Bridges y col., 2012).

Las bajas concentraciones séricas preovulatorias de estradiol pueden afectar el establecimiento y el mantenimiento de la preñez de una manera que es independiente de la competencia del ovocito; y que se relacionan con la receptividad uterina. Por ejemplo, una mayor secreción folicular de estradiol puede aumentar las tasas de preñez a través de la modulación del pH uterino, alterando el transporte y la longevidad del espermatozoide, induciendo secreciones oviductales, modulando la acción de la progesterona mediante la expresión de RP en el útero y/o aumentando la secreción de progesterona por el cuerpo lúteo (Dickinson y col., 2016).

Las alteraciones del entorno molecular uterino en animales que presentan concentraciones séricas reducidas de estradiol antes de la ovulación pueden manifestarse en etapas posteriores, como durante las etapas iniciales del reconocimiento materno de la gestación, y por lo tanto pueden afectar la capacidad para mantener la preñez (Bridges y col., 2012).

Estos cambios pueden indicar alteraciones en la función endometrial que serían responsables de las altas tasas de pérdidas embrionarias tempranas que han sido mencionadas previamente.

Progesterona

La progesterona es fundamental para el crecimiento, el desarrollo y la supervivencia del embrión; sin embargo, los mecanismos moleculares a través de los cuales la progesterona afecta la función uterina y la posterior supervivencia embrionaria siguen siendo poco conocidos (McNeill y col., 2006).

En vacas de carne los perfiles endocrinos durante el crecimiento del folículo dominante influyen no sólo en su diámetro folicular máximo, sino que afectan también su capacidad esteroidogénica antes de la ovulación. De este modo, los cuerpos lúteos que se originan de los folículos más grandes se caracterizan por ser de mayor tamaño, lo que resulta en mayores concentraciones circulantes de P4 en comparación con los procedentes de folículos más pequeños (França y col., 2017).

Esta hormona esteroide juega un papel clave en eventos reproductivos asociados con el establecimiento y mantenimiento de la preñez. El crecimiento y desarrollo del embrión requieren la acción de la progesterona en el útero para regular la función endometrial, incluida la interacción embrio-materna, el reconocimiento de la gestación y la receptividad uterina a la implantación (Lonergan y col., 2013).

En respuesta a las crecientes concentraciones de progesterona durante la fase postovulatoria del ciclo estral, se produce en el útero una profunda remodelación estructural y bioquímica para crear un entorno propicio para el crecimiento y desarrollo del embrión (Diskin y Morris, 2008). En particular, se sabe que la progesterona modula la producción y secreción de proteínas endometriales que son críticas para la supervivencia del embrión (McNeill y col., 2006). La tasa de supervivencia embrionaria está altamente asociada con las concentraciones circulantes de progesterona durante el ciclo inmediatamente anterior a la inseminación, así como también durante la fase lútea temprana del ciclo posterior a la inseminación. También existe una asociación lineal positiva entre las concentraciones de progesterona en el día de la luteólisis inducida por PGF-2α y la tasa de supervivencia embrionaria posterior (Diskin y Morris, 2008). Por lo tanto, es probable que modificaciones en la secreción de proteínas endometriales o en el suministro de nutrientes al embrión, mediadas por concentraciones sistémicas sub-óptimas de progesterona, puedan tener un efecto perjudicial sobre el correcto crecimiento y desarrollo del embrión y de este modo contribuir a la mortalidad embrionaria temprana (McNeill y col., 2006).

El mecanismo de acción mediante el cual la progesterona estimula el desarrollo del embrión no se ha dilucidado, pero la evidencia disponible indica que los cambios inducidos por la progesterona en la expresión génica endometrial conducen a modificaciones en la composición bioquímica del histótrofo que se requieren para la supervivencia y crecimiento embrionario. Es probable que la progesterona afecte el desarrollo del embrión, al menos en parte, al alterar la expresión temporal y espacial de genes claves relacionados con la regulación de la cascada bioquímica que controla el desarrollo embrionario temprano mediante la preparación del endometrio para la implantación (Spencer y col., 2008).

Por otra parte, el efecto más probable relacionado con las bajas concentraciones de progesterona en el ciclo anterior al estro en la tasa de supervivencia posterior del embrión, es la maduración precoz de los ovocitos, lo que posteriormente compromete la capacidad normal del embrión para continuar su desarrollo después de la fertilización (Diskin y Morris, 2008). Pequeños cambios en la concentración de progesterona sistémica durante la fase post-ovulatoria temprana son muy determinantes de la tasa de supervivencia embrionaria y es probable que la progesterona medie la supervivencia del embrión por mecanismos que incluyen la regulación de genes uterinos que responden a la progesterona (McNeill y col., 2006). El resultado de los cambios inducidos por acción de la progesterona sobre el entorno uterino es favorecer un medio endometrial más propicio para el crecimiento del blastocito a través de un aumento en la secreción de aminoácidos, glucosa, citoquinas y factores de crecimiento, que aseguren una correcta nutrición histotrófica (Brooks y col., 2014).

MANEJO DE LOS TOROS EN EL SERVICIO NATURAL

Carlos Martín Acuña

Período de descanso: durante los meses en que los toros están en descanso sexual, deben permanecer en potreros con buena disponibilidad forrajera y de calidad para que mantengan en buen estado corporal.

Uno de los errores más frecuentes que comete el criador, es acordarse que tiene los toros poco tiempo antes de comenzar el servicio. En muchos establecimientos que pasaron a utilizar menor porcentaje de toros, implantaron una pastura exclusiva para ellos permitiendo que permanezcan en excelente estado corporal durante todo el año. Bajando el stock de toros se facilita su manejo.

4 a 5 meses previos al servicio: realizar el Examen de Fertilidad completo en sus tres grandes ítems, a saber:

Examen Físico

Examen Sanitario

Prueba de Capacidad de Servicio (C.S.)

La Prueba de C.S. se efectuará solamente en aquellos rodeos "libres" de enfermedades venéreas: Tricomonosis y Campylobacteriosis.

Época de servicio: el servicio primaveral es el más frecuente y puede variar el mes de comienzo, de acuerdo a la zona y tipo de alimentación.

En la Cuenca del río Salado (prov. de Buenos Aires, Argentina) sobre campo natural, es conveniente realizar el servicio en los meses de noviembre, diciembre y enero. Una buena práctica, de ser factible, es comenzar el primer servicio de las vaquillonas 20 días antes que el resto del rodeo.

Cuando se realiza el entore precoz a los 15 meses de vida se hace muy dificultoso llegar con las hembras con adecuada condición corporal para obtener muy buena fertilidad. Según trabajos del Dr. Burgués (INTA Balcarce), la posibilidad del entore en los meses de junio y julio (invierno en el hemisferio sur), en vaquillonas de 20 a 22 meses de edad, es una alternativa válida. Dichos animales poseen menores exigencias nutricionales, con la seguridad de alcanzar porcentajes elevados de preñez en el 1º y 2º servicio pues estas vaquillonas se sirven en el segundo año una vez destetadas en el mes de octubre.

Duración del servicio: siendo el largo de la gestación de 283 días, y la meta lograr un ternero por vaca y por año, para llegar a los 365 días, el servicio debería durar 82 días (283+82= 365). En la práctica, la mayoría de los servicios duran alrededor de tres meses. Se pueden obtener buenos resultados en vaquillonas de primer servicio con sesenta días de entore, siendo notable el incremento de preñez obtenido en el primer mes de servicio con toros de ALTA C.S.

Distribución de los toros

Los toros vírgenes deben ser utilizados **siempre** en un mismo rodeo y **no mezclarlos** con toros adultos. Lo mismo es recomendado para toros viejos en su último servicio. Se deben utilizar toros de edades similares en cada rodeo. Esto significa que los toros entre 3 y 6 años podrían utilizarse juntos, siendo el ideal hacerlo por un lado los de 3 y 4 años y por otro los de 5 y 6 años de edad.

Comportamiento sexual del rodeo: las hembras en celo y las que están próximas a él, se agrupan formando un Grupo Sexualmente Activo (G.S.A.). Este grupo presenta mayor dinamismo, camina aproximadamente 1 Km/hora o sea 24 Km/día y el toro lo detecta mediante el sentido de la vista. Permanece gran parte de su tiempo en él, cortejando y sirviendo a las vacas que presentan celo.

Este G.S.A. se forma cuando el rodeo presenta una buena tasa de celo diario, lográndose con un buen nivel nutricional, de tal modo que una vaca puede criar a su ternero y alzarse prontamente.

La reproducción es una **"función de lujo"**, ante un estrés nutricional o de otra índole, la vaca se defiende economizando energía y no entra en celo.

En rodeos cuantitativamente numerosos pueden formarse varios G.S.A.

Los toros compiten entre sí por las vacas en celo. Los toros de 2 años de edad tienen un orden social inestable, sin embargo el ranking social no entorpece significativamente su actividad de servicio. Los toros de edad mixta conservan un orden social más estable en relación con la veteranía de cada individuo.

La edad es el factor más relevante en la estratificación social y estará también influenciando la actividad que demuestren en el servicio.

Al asociar un toro viejo con toros jóvenes en un servicio de vaquillonas, el índice de preñez se deprimió en un 9%. Al aparear toros con edades diversas influimos en detrimento de la paternidad de las futuras crías.

Datos de Osterhoff indican que en cada uno de los 5 años de servicio con un grupo de toros de edad mixta sobre vacas, el toro más viejo y el que le seguía en edad, produjeron entre el 60 y el 70% de los terneros nacidos, mientras que el toro más joven produjo solamente entre el 5 y el 15% de las crías.

Si los toros más viejos tenían un índice de crecimiento menor que el de sus subordinados más jóvenes, se deprimirá el índice de crecimiento en mayor medida que si se hubieran usado solo toros jóvenes. En el mismo sentido diferentes razas determinan también rangos sociales. Al juntarse toros Hereford y Brahman en un mismo rodeo, los primeros producirán más alta proporción de terneros (Ittner y col. 1954, Donaldson 1962) lo que demuestra así mismo diferentes dominancias entre razas.

Porcentaje de toros: en muchos establecimientos de cría extensiva se utilizan del 3 al 5% de toros, incluso se llega hasta el 8 a 10% en potreros con monte o de grandes extensiones (parcelas de más de 1000 has). Con toros de ALTA C.S. se puede utilizar en forma eficiente y con muy buenos resultados reproductivos entre el 1,5% y el 2%.

En una recopilación propia y de otros colegas, sobre 148.300 vacas evaluadas con servicios estacionados entre 60 y 100 días, con porcentajes de toros que oscilaron entre el 1,7 y 2,4%, en 51 establecimientos de cría localizados en 7 provincias de la Argentina el resultado final de preñez fue del **94%.**

Como dato de interés merece mencionarse que los más de 3.000 toros que participaron en esta evaluación eran aptos físicamente, sanitariamente controlados y de ALTA C.S. y a ninguno de ellos se les analizó su semen.

En establecimientos con montes, quebrados, o con potreros grandes (2.000 a 4.000 has.) con toros de ALTA C.S. no sería

necesario utilizar más del 4% según datos de un establecimiento ubicado en Mayor Buratovich, partido de Villarino, provincia de Buenos Aires.

En un establecimiento en San Rafael, provincia de Mendoza, en un potrero de 7.000 has se realizó un ensayo con 300 vacas y 9 toros (3%) de ALTA C.S. obteniéndose una preñez del 90%. En esa zona es común utilizar entre el 6 y 14% de toros, según lo afirmado por productores de la zona.

Indice de Concepción y Porcentaje de Preñez: el primero (I.C.) es el porcentaje de preñez en los primeros 21 días de servicio. Se evalúa generalmente en las vaquillonas, con un tacto rectal en el día 56 de iniciado el servicio, las preñadas en el día 21 tendrían una preñez de 35 días (21+35= 56). La preñada el día 21 sería la preñez más chica y la más grande, es decir la preñada el primer día de servicio, tendría una preñez de 56 días.

Esta maniobra puede reemplazar el tacto previo al servicio en aquellos establecimientos bien manejados, es decir que no haya preñadas por robo ni enfermedades venéreas, pudiéndose evaluar de esta manera la eficiencia del servicio de los toros, descartándose entonces las vaquillonas con problemas y apartar las "preñadas" cabeza.

Sin embargo en muchos establecimientos el tacto previo es de gran utilidad para detectar las preñeces fuera de época, y las vaquillonas no aptas genitalmente.

Es importante conocer el porcentaje de preñez en cada rodeo separadamente para poder evaluar cada grupo de toros. Por ejemplo en un establecimiento con 4.000 vientres, con un resultado final de preñez muy bueno (92-94%) estaba ocultando un episodio de tricomonosis. Este hallazgo surgió luego de efectuado el tacto rectal, al analizar los rodeos por separado, aquellos que estaban sanos tuvieron el 96% de preñez sobre 3.500 vacas, y los rodeos con toros con tricomonosis apenas llegaron al 82% sobre las 500 vacas restantes. De no haberlos discriminado, podríamos haber supuesto que todo estaba bajo control, cuando en realidad teníamos una bomba de tiempo.

Identificación de los toros: es fundamental poder detectar cada toro desde que ingresa al establecimiento hasta que se da de baja o muere. Es importante individualizar los grupos de toros en cada rodeo a través de identificaciones dobles como por ejemplo número a fuego y caravana con el mismo número, o tatuaje y caravana con el mismo número.

Por lo tanto es prioritario que una de las dos identificaciones sea permanente, y siempre tener en cuenta que el primer número sea la terminación del año de nacimiento. Ej: Nº 705 (nacido en 2017), 401 (nacido en 2014). Tener una clara identificación es una forma de facilitar la distribución de los toros en el servicio.

Instrucciones para el recorredor durante el servicio: es importante instruir y hacer mucha docencia con el personal auxiliar de campo y remarcar la importancia que tiene el mismo durante el servicio. Recordar que en última instancia es el recorredor la persona más importante en el establecimiento y que deberá agudizar el poder de observación en el momento de recorrer los rodeos para detectar cualquier anomalía en los toros.

Podríamos enumerar algunos puntos para que el recorredor los recuerde:

1- Verificar que cada toro pertenezca a ese rodeo y no a otro, luego de haber realizado la distribución de los mismos.
2- Hacerlos trotar para ver si claudican (mirar patas y pezuñas).
3- Observar lesiones en prepucio, pene y testículos.
4- Lo ideal es que la persona observe el acto del servicio con la eyaculación, (también llamada estocada o golpe) y en ese momento ver su pene exteriorizado, por si hubiera alguna lesión.
5- Ver el comportamiento individual de cada toro.
6- Identificar si hubiera algún toro agresor, que no se haya detectado durante la Prueba de C.S. para sacarlo del rodeo.
7- En el caso de observarse alguna alteración de los puntos anteriores, retirar el toro, y reponerlo sólo si el problema ocurre dentro de los primeros 20 días (asumimos que el rodeo está sano y bien alimentado). Si se retira el toro luego de los 20 días de iniciado el servicio, no sería necesario reponerlo, siempre que se estén utilizando toros de ALTA C.S.
8- En algún rodeo donde haya un toro solamente se deberían realizar dos recorridas diarias.
9- A los 40 días de iniciado el servicio se debería notar menor actividad sexual.
10- Nunca rotar los toros. Siempre empezar con el porcentaje asignado y retirar los toros todos juntos.

Recuerde, para elegir un toro es importante:

- *Fenotipo*: comprende la conformación, el tamaño, la musculatura y los cuartos posteriores satisfactorios.
- *Garrones*: deben tener buena angulación. Los parados de garrones son más susceptibles a las artritis.
- *Testículos*: deben tener una circunferencia escrotal de 34 cm o más y un tono testicular muy firme o firme.
- *Prepucio*: debe ser corto, no pendulante.
- *Pezuñas*: tienen que estar bien desgastadas en forma natural.
- *Ojos*: no tienen que ser saltones.
- *Sanidad*: los análisis deben haber dado resultado negativo a tricomonosis, campylobacteriosis, brucelosis y tuberculosis.
- *Capacidad de servicio*: certificada. Se debe exigir Alta CS, como mínimo Media CS.

FACTORES QUE AFECTAN LA FERTILIDAD LAS VACAS DE CARNE

G. C. Lamb

Department of Animal Science, Texas A&M University, College Station, TX

Introducción

La sincronización del celo y la ovulación y la IA son herramientas de la gestión reproductiva que han estado disponibles para los productores de carne de vacuno por más de 30 años, la sincronización del ciclo estral tiene el potencial de acortar la temporada de partos, aumentar la uniformidad de los terneros y facilitar el uso de la IA. La inseminación artificial permite a los productores infundir rasgos genéticos superiores a su ganado a un coste muy inferior al de la compra de un semental para el rebaño de un nivel similar. Estas herramientas siguen siendo las biotecnologías reproductivas más importantes y extendidas para las operaciones de ganado de carne (Seidel, 1995).

Varios factores, especialmente durante el desarrollo temprano de los programas de sincronización del estro, pueden haber contribuido a las bajas tasa de adopción de este sistema. Los programas iniciales no abordaron la limitación principal de sincronizar el estro; la falta de ciclos estrales normales en novillas pre o peri-puberales o en el celo posparto en vacas amamantadas (suckled cows). Además, estos programas fracasaron en el manejo de las ondas foliculares, lo que resultó en un control menos sincronizado tanto de la maduración folicular como de la regresión del cuerpo lúteo **(CL**). Como resultado, el inicio del estro ocurrió durante más días durante el período sincronizado en el cual la detección del estro era necesaria. La falta de sincronía del estro y la ovulación finalmente impidió que la IA de tiempo fijo **(**TAI) alcanzara tasas de embarazo aceptables.

Los desarrollos más recientes se centraron tanto en el control del cuerpo lúteo como del folículo en protocolos convenientes y económicos para sincronizar la ovulación. La investigación actual se ha centrado en el desarrollo de métodos que sincronizan eficazmente el estro en las vacas de carne de vacuno posparto y en las novillas de carne de vacuno de reposición, disminuyendo el período de tiempo durante el cual se requiere la detección del estro, facilitando así el uso de la TAI (Lamb *et al.*, 2001, 2006, Larson *et al.*, 2006; Busch et all.;2007). Esta nueva generación de protocolos de sincronización del estro utiliza dos estrategias que son factores clave para su implantación por parte de los productores porque: 1) minimizan las veces y la frecuencia de gestión del ganado; y 2) eliminan la detección del estro mediante el empleo de la TAI. Para mejorar aún más la fertilidad de los protocolos TAI, los investigadores ahora han intentado múltiples regímenes hormonales y de manejo para mejorar la fertilidad de los protocolos de TAI. Esta revisión se centrará en algunas de esas estrategias y en sus posibles repercusiones en la fecundidad.

Enfoques para el desarrollo de los protocolos TAI

Los sistemas iniciales de sincronización del celo se enfocaron en alterar el ciclo estral mediante la regresión del cuerpo lúteo (CL) con una inyección de PG y luego detectar el celo durante 18 a 80 horas después de la inyección. Durante este mismo período, la investigación inicial se realizó con el uso de progestinas exógenas que evitaron la aparición del celo. Una vez que los sistemas que implicaban una sola inyección de PG tuvieron éxito, los investigadores se centraron en múltiples inyecciones de PG para reducir aún más los días necesarios para la detección de celo y el IA (Lauderdale *et al.*, 1974; Seguin *et al.*, 1978). Simultáneamente, se realizaron investigaciones utilizando implantes subcutáneos que contenían norgestomet (Spitzer *et al.*, 1976, 1978; Miksch *et al.*, 1978), que condujeron al desarrollo de Syncro-Mate-B. Syncro-Mate-B fue el precursor de la siguiente generación de sistemas de sincronización del estro que implicaban el uso de progestinas exógenas (MGA y CIDR), que generalmente evitaban que el estro ocurriera durante su administración. Las progestinas se utilizaron para retrasar la aparición del estro después de una luteolisis espontánea o inducida por PG y extender la duración del ciclo estral (Brown *et al.*, 1988; Lucy *et al.*, 2001).

No fue hasta el descubrimiento de que los folículos ováricos en el ganado crecen en distintos patrones ondulados, con generalmente un folículo llegando a ser dominante (Fortune *et al.*, 1988) que se desarrolló una tercera generación de sistemas. El control de las ondas foliculares con una sola inyección de GnRH en etapas aleatorias de los ciclos estrales induce la liberación de LH, lo que conduce a la ovulación o luteinización de los folículos dominantes (≥ 10 mm; Garverick *et al.*, 1988; Bao y Garverick, 1998; Sartori *et al.*,2001). En consecuencia, se inicia una nueva onda folicular de 1,5 a 2 d después de la administración de GnRH en hembras en las que el folículo dominante ovuló o se luteinizó en respuesta a la liberación de LH inducida por GnRH. El tejido lúteo que se forma después de la administración de GnRH es capaz de someterse a luteólisis inducida por PG 6 o 7 días después (Twagiramungu *et al.*, 1995). Estos avances facilitaron que la investigación se centrara en tres objetivos principales para sincronizar el estro y la ovulación: 1) desarrollar protocolos fiables que se basen únicamente en el TAI; 2) desarrollar sistemas que requieran un máximo de 3 manipulaciones de animales, y 3) asegurar que los sistemas sean exitosos tanto en las hembras anestro o peripubertales como en las hembras que realizan ciclos de estros en cualquier etapa del ciclo estral. A continuación se detalla la investigación realizadas en nuestro laboratorio junto con otros colaboradores significativos en el posparto del ganado vacuno de carne y en las novillas de carne de reemplazo.

Postparto vacas de carne

Los estudios preliminares identificaron mejoras significativas en la fertilidad entre las vacas que recibieron MGA antes de la administración de PG en comparación con las vacas que solamente recibieron PG (Patterson *et al.*, 1995). Cuando las vacas recibieron un CIDR por 7 d y una inyección de PG el día antes de la eliminación del CIDR, las tasas de sincronización y embarazo mejoraron (Lucy *et al.*, 2001). Cuando se administró GnRH 6 ó 7 días antes de la PG, entre el 70 y el 83% de las vacas se sincronizaron en un período de 4 días (Twagiramungu *et al.*, 1995). El desarrollo del protocolo de Ovsynch en el ganado lechero fue la génesis de muchos de los protocolos de TAI utilizados para la sincronización del estro del ganado vacuno de carne (Pursley *et al.*, 1995). Las ondas foliculares se controlan con una inyección de GnRH seguida 7 días después por una inyección de PG para romper el CL. Después de la PG, se administra una segunda inyección de GnRH 48 h más tarde para iniciar la ovulación de un folículo dominante seguido de TAI 16 h más tarde. La combinación de la segunda inyección de GnRH con TAI demostró

ser más práctica para los productores de carne de vacuno sin reducción de la fertilidad (Geary *et al.*, 2001b). Una desventaja de este protocolo, sin embargo, es que aproximadamente del 5 al 15% de las vacas amamantadas exhiben estro antes e inmediatamente después de la inyección de PG (Kojima *et al.*, 2000; Lamb *et al.*, 2001). Estas vacas son probablemente las que están en las etapas finales del ciclo estral cuando se inició el protocolo de sincronización (Geary *et al.*, 2000). A menos que estas vacas sean detectadas en celo e inseminadas pronto, no podrán quedar preñadas después de un TAI como parte del protocolo CO-Synch.

El desarrollo del CIDR (Macmillan y Peterson, 1993) y la posterior aprobación para su uso en los Estados Unidos por parte de la Food and Drug Administration alteraron significativamente los protocolos de sincronización estral para las hembras de vacuno. Planteamos la hipótesis de que la adición de un CIDR al protocolo CO-Synch evitaría la aparición prematura de estro antes o después de la PG y resultaría en una fertilidad mejorada. Las tasas generales de embarazo mejoraron en el protocolo CO-Synch + CIDR en comparación con el tratamiento CO-Synch (59 vs. 48%, respectivamente; Lamb *et al.*, 2001). El CIDR retrasó el inicio de la ovulación en vacas con luteólisis temprana espontánea antes de la inyección de PG, lo que resultó en una ovulación más sincronizada, ideal para el TAI. Además, el protocolo CO-Synch + CIDR fue más efectivo para iniciar una ovulación fértil en vacas con estro o en aquellas que carecían de una CL cuando se administró la PG (Lamb *et al.*, 2001).

La eficacia de estos protocolos de TAI basados en CIDR no había sido evaluada en vacas amamantadas simultáneamente con los protocolos que requieren la detección de estro solo o junto con una TAI de limpieza de vacas que aún no detectadas en el estro. Por lo tanto, coordinamos un experimento multi-estatal, multi-ubicación para discernir si el protocolo CO-Synch + CIDR podría producir tasas de embarazo similares a las de los protocolos que requieren detección de estro (Larson *et al.*, 2006). Los resultados demostraron que el protocolo CO-Synch + CIDR produjo tasas de embarazo similares al protocolo de detección de estro (Select Synch + CIDR, más un TAI de limpieza a las 84 h) con las tasas de embarazo más altas (54 vs. 58%, respectivamente). Además, estas tasas de preñez se lograron a pesar de que el 35% de las vacas no tenían el estro al inicio del protocolo. De hecho, en la mayoría de los casos, cuando la progesterona a través de la inserción CIDR se incluye en el protocolo CO-synch, las tasas de preñez de las vacas sin estro previamente definidas son comparables o superan las de las vacas en ciclo de estro (Stevenson *et al.*, 2000; 2003a,b; Lamb *et al.*, 2001; Busch *et al.*, 2008).

Investigaciones recientes en vacas amamantadas han indicado que la reducción del intervalo de GnRH a PG de 7 a 5 d, la administración de 2 inyecciones de PG con una diferencia de aproximadamente 2 a 12 h, y la extensión del período de la primera inyección de PG a TAI de 60 a 72 h, incrementaron las tasas de embarazo de TAI en estas vacas (5 d CO-Synch + CIDR protocol; Bridges *et al.*, 2008). En otro estudio, cuando las vacas en el protocolo 7 d CO-Synch + CIDR fueron inseminadas a las 66 h después de una sola inyección de PG en comparación con las vacas que recibieron el protocolo 5 d CO-Synch + CIDR, no se observaron mejoras (Wilson *et al.*, 2009). Observamos que cuando el intervalo entre GnRH y PG era de 7 días, una proporción de vacas ovulaba folículos de diámetro inferior al normal, lo que resultó en una disminución de la fertilidad (Lamb *et al.*, 2001). Estas vacas pueden haber tenido concentraciones preovulatorias más bajas de estradiol. Quizás los folículos más pequeños en el momento de la ovulación sincronizada resultaron de la atresia espontánea de los folículos y de la iniciación de una nueva onda folicular más cercana a la inyección PG en vacas que no respondieron a la GnRH inicial. Por lo tanto, se esperaría que una reducción en el intervalo de 7 a 5 días reduzca la probabilidad de que ocurra este patrón de crecimiento folicular, y resulte en mayores concentraciones de estradiol durante el proestro (Bridges *et al.*, 2009). Sin embargo, un aumento en el intervalo de PG a TAI de 60 a 66 h en el protocolo 7 d CO-Synch + CIDR también puede aumentar las concentraciones de estradiol y mejorar la fertilidad (Busch *et al.*, 2008).

Investigaciones en otros laboratorios también demostraron protocolos TAI exitosos para vacas que usan MGA en combinación con GnRH y PG, los cuales fueron revisados extensivamente (Patterson *et al.*, 2003). El MGA Select y el 7-11 Synch con TAI a las 72 h después del PG también han demostrado ser protocolos TAI fiables para los productores (61% y 67% para el 7-11 Synch y el MGA Select, respectivamente; Perry *et al.*, 2002; Bader *et al.*, 2005; Schafer *et al.*, 2007). Sin embargo, el uso de sistemas basados en MGA para vacas amamantadas no está aprobado para su uso por la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos. Por lo tanto, actualmente no son sistemas recomendados para los productores de carne de vacuno.

Ahora existe la tecnología para inseminar exitosamente vacas de carne posparto por TAI con tasas de fertilidad de aceptables a altas, especialmente considerando que en muchos casos un gran porcentaje de vacas sin estro puede estar presente en cualquier población de vacas amamantadas posparto (Stevenson *et al.*, 2003). Actualmente se hacen recomendaciones a los productores indicando que el TAI que utiliza el 7d CO-Synch + CIDR o el 5d CO-Synch + CIDR son sistemas prácticos y efectivos que producen tasas de embarazo superiores a las que se basan únicamente en la detección del estro.

Vaquillas de reemplazo de terneras

Los estudios iniciales en novillas de carne demostraron que la alimentación con MGA durante 14 días seguida de una inyección de PG 17 días después de finalizar la alimentación con MGA era un método eficaz para controlar el ciclo estral (Brown *et al.*, 1988; Patterson *et al.*, 1989). Se identificaron mejorías en puntos finales reproductivos específicos cuando las novillas fueron inyectadas con PG 19 días en lugar de 17 días después de un período de alimentación con MGA de 14 d (MGA-PG; Lamb *et al.*, 2000). No se detectaron diferencias en la fertilidad entre los tratamientos, sin embargo, la distribución del estro estaba más altamente sincronizada entre las novillas que recibieron PG 19 días después de la retirada de la MGA. Tras el éxito del sistema MGA-PG, los investigadores comenzaron a incluir la GnRH en los protocolos de sincronización con TAI como objetivo. El protocolo MGA Select mejoró la sincronización del estro entre las novillas puberales en comparación con el MGA-PG (Wood-Follis *et al.*, 2004). Sin embargo, el intervalo para el estro fue más variable entre las novillas peripuberas en comparación con las novillas que alcanzaron la pubertad antes del inicio del tratamiento, la adición de GnRH a un protocolo MGA-PG fue efectiva en la sincronización de un estro fértil en las novillas puberales, pero no logró aumentar la tasa de embarazo en las novillas por encima de MGA-PG (Wood-Follis *et al.*, 2004). El estro fue sincronizado exitosamente en novillas usando Select Synch, pero en general, el protocolo MGA-PG condujo a una mayor sincronía del estro y, por lo tanto, tendió a ser más efectivo (Lamb *et al.*, 2000). En la mayoría de los casos, las novillas sometidas a protocolos basados en GnRH no han logrado alcanzar tasas de fertilidad similares a las del sistema estándar MGA-PG. Además, la sincronía del estro después de la PG en un sistema MGA tiende

a ser más estrecha, con más novillas inseminadas artificialmente durante un período de tiempo más corto que cuando se usa el protocolo Select Synch (Lamb *et al.*, 2004).

El desarrollo de un protocolo TAI efectivo para las novillas no ha sido tan fácil como para las vacas, especialmente considerando que la mayoría (más del 85%) de las novillas del *Bos taurus* han alcanzado la pubertad antes del inicio del protocolo TAI (Lamb *et al.*, 2006). La razón principal de los malos resultados con TAI parece ser la incapacidad de sincronizar las ondas foliculares al mismo nivel de éxito que el logrado en las vacas. Después de una inyección de GnRH en etapas aleatorias del ciclo estral, entre el 75 y el 90% de las vacas lecheras y de carne de vacuno posparto ovularon un folículo (Pursley *et al.*, 1995; Thompson *et al.*, 1999; El-Zarkouny *et al.*, 2000), mientras que sólo entre el 48 y el 60% de las novillas lecheras y de carne ovularon folículos en respuesta a la GnRH (Macmillan y Thatcher, 1991; Pursley *et al.*, 1995; Moreira *et al.*, 2000). Sin embargo, demostramos que las novillas expuestas a TAI usando el protocolo CO-Synch habían mejorado la fertilidad sobre el protocolo PG de dos inyecciones con detección de estro (Dahlen *et al.*, 2003), pero no observamos una diferencia en la sincronía de estro o tasa de embarazo entre las novillas tratadas con CIDR-PG y con Select Synch + CIDR, lo que indica que la respuesta a la GnRH en las novillas en el momento de la inserción de CIDR puede tener un valor limitado (Lamb *et al.*, 2006).

Atkins y Smith (2008) evaluaron la respuesta folicular a la GnRH entre las terneras pubertales en días específicos del ciclo estral. La respuesta se evaluó como ovulación o luteinización de un folículo dominante y la subsiguiente iniciación de una nueva onda folicular en respuesta a la GnRH. Las novillas que recibieron GnRH en d 2, 10 y 18 del ciclo estral no lograron ovular más del 70% de los folículos dominantes, mientras que el 92% de las novillas que recibieron GnRH en el día 5 del ciclo estral ovularon.

En un extenso estudio, en múltiples ubicaciones (12 lugares) usando GnRH, PG, y CIDR, nosotros (Lamb *et al.*, 2006) probamos la hipótesis de que la GnRH en la inserción de CIDR no mejoraría las tasas de embarazo y un protocolo TAI produciría tasas de embarazo similares a los protocolos que emplean la detección del estro. Los resultados revelaron que la GnRH no mejoró las tasas de embarazo, y el protocolo CO-Synch + CIDR produjo tasas de embarazo similares a las de Select Synch + CIDR o CIDR-PG, que requieren detección del estro. Sin embargo, el hecho es que las tasas medias de embarazo para estos protocolos oscilaron entre el 53 y el 58%, mientras que los datos de nuestro laboratorio y otros han reportado tasas de embarazo usando MGA, o la sustitución de una CIDR de 14 días por MGA, que oscilan entre el 60 y el 75% (Lamb *et al.*, 2000; 2004; Patterson *et al.* 2003; Kojima *et al.*, 2004, Busch *et al.*, 2007).

Las tasas más bajas de preñez de TAI en novillas se atribuyen en gran medida a la mala sincronización de las ondas foliculares con el mismo grado de éxito que se puede lograr en las vacas (Lamb *et al.*, 2006). Como se indicó anteriormente, la respuesta ovulatoria a la GnRH en las vaquillas está influenciada por el día del ciclo estral en la administración de la GnRH y que la presincronización de los ciclos estrales con una progestina antes de un régimen de GnRH y PG puede aumentar la proporción de folículos dominantes que responden a la GnRH y, por lo tanto, mejorar la sincronización de las ondas foliculares (Kojima *et al.*, 2004; Schafer *et al.*, 2006; Atkins *et al.*, 2008). El protocolo CIDR Select mejoró la sincronía del estro y la ovulación en comparación con los protocolos Select Synch + CIDR, CIDR-PG y Select Synch en las novillas de ciclo estral (Leitman *et al.*, 2008). Además, estos datos apoyan los hallazgos de Busch *et al.* (2007), que demostró mejoras en las tasas de embarazo de TAI en novillas de carne como resultado de la presincronización con progesterona antes de GnRH y PG en comparación con el protocolo 7-d CO-Synch + CIDR.

De los 3 protocolos TAI más fiables para novillas (CO-Synch + CIDR, MGA-PG, y CIDR Select), cada uno tiene ventajas y desventajas relacionadas con la aplicación práctica y la administración exitosa por parte de los productores. Las ventajas se basan en el costo, la eficacia en poblaciones mixtas de novillas en ciclo y no en ciclo, la capacidad de administrar los productos (es decir, suficiente espacio en la litera de alimentación para alimentar a la MGA e instalaciones adecuadas para insertar CIDR) y la duración de la administración del protocolo. Por lo tanto, los productores de carne de vacuno tienen varias opciones para aplicar cuando utilicen TAI en novillas de carne.

Intervenciones para inducir la ciclicidad de las hembras no cicladas en los protocolos TAI

Iniciación Hormonal de la Ciclicidad de las vacas no Cicladas

El estro es uno de los principales factores que contribuyen a la infertilidad en el rebaño (Short *et al.*, 1990), debido a que una proporción significativa y variable anual de vacas no está ciclada al inicio de la temporada de cría. Hasta un 60% de las vacas de carne pueden no estar en ciclo al inicio de la temporada de cría (Stevenson *et al.*, 2000). La exposición a la progesterona fue un requisito previo para el primer estro conductual posparto en una gran parte de las vacas (Kyle *et al.*, 1992). Por lo tanto, la primera ovulación posparto a menudo no está precedida por el estro (Perry *et al.*, 1991). Además, la duración de la fase lútea después de la primera ovulación posparto suele ser más corta que la de una fase lútea normal, lo que resulta en un "ciclo corto" infértil (Perry *et al.*, 1991). El retraso de la inseminación de las vacas para permitir la expresión del estro y el subsiguiente aumento de progesterona antes de la inseminación resultó en una mejor fertilidad en comparación con la inseminación en el primer celo posparto o pospuberal (Byerley *et al.*, 1987; Short *et al.*, 1990).

Inducción de la ciclicidad con GnRH. Una sola inyección de GnRH administrada alrededor de día 21 a 31 después del parto indujo un aumento de LH y ovulación en vacas de carne (Kesler *et al.*, 1980; Williams *et al.*, 1982; Twagiramungu *et al.*, 1994, 1995). De manera similar, 2 inyecciones de GnRH 10 día aparte también indujeron la ovulación y los ciclos estrales subsecuentes en vacas de carne (Webb *et al.*, 1977). Sin embargo, la duración de la CL inducida por GnRH fue generalmente más corta que la de la ovulación espontánea (Foster *et al.*, 1980; Kesler *et al.*, 1980).

Thompson *et al.* (1999), usando ultrasonografía, escanearon ovarios de 40 postparto tempranos, vacas amamantadas antes, durante y después de los tratamientos de GnRH y (o) norgestomet y declararon que las estructuras lúteas fueron inducidas en el 75% de las vacas no cicladas, resultando en progesterona elevada después de 7 días En contraste, Stevenson *et al.* (2000) informaron que las tasas de ovulación inducida para vacas no cicladas tratadas con GnRH 7 días antes de $PGF_{2\alpha}$ (Select Synch) fueron del 38% y 49%, respectivamente, en dos experimentos, y las de ovulación inducida para vacas no cíclicas tratadas con Select Synch más un implante de norgestomet fueron del 17% y 28% en dos experimentos.

Inducción de la ciclicidad con progestinas. El tratamiento con Norgestomet aumentó la frecuencia de pulso de la hormona luteinizante (García-Winder *et al.*, 1986), y las concentraciones de estradiol en el suero sanguíneo (Sheffel *et al.*, 1982; García-Winder *et al.*, 1986; Garverick *et al.*, 1988) y en el líquido folicu-

lar (García-Winder *et al.*, 1987; Johnson *et al.*, 1991). Además, el tratamiento con un dispositivo intravaginal liberador de progesterona (PRID, por sus siglas en inglés) durante 10 días en vacas de carne antes del día 30 posparto redujo el intervalo de parto en 13 días en comparación con los controles no tratados (Peters, 1982).

Norgestomet más una inyección de GnRH 24 horas después de la extracción del implante, aumentó la liberación de LH inducida por GnRH (Smith *et al.*, 1983) y redujo la incidencia de ciclos cortos (Copelin *et al.*, 1988). En contraste, el pretratamiento con un PRID no afectó la liberación de LH inducida por GnRH ni la ovulación (Edwards *et al.*, 1983). Stevenson *et al.* (1997) concluyeron que el tratamiento de vacas amamantadas con PG,GnRH y norgestomet indujo a la ovulación y aumentó las tasas de concepción en novillas prepúberes y vacas amamantadas sin estro. Estos estudios indican que el tratamiento previo con progestinas parece prolongar la vida útil de la CL inducida en vacas acíclicas posparto. Se lograron resultados similares en vacas amamantadas utilizando un procedimiento de tratamiento diferente que combinaba PG, norgestomet y GnRH (Troxel *et al.*, 1993); sin embargo, su sistema incluyó el traslado de las terneras durante 48 h.

En el caso de las vacas sin ciclo, después del parto, se debe desarrollar un folículo dominante y se debe evitar el ciclo estral corto resultante, que generalmente sigue a la primera ovulación posparto. Norgestomet evitó el ciclo estral corto que siguió espontáneamente a las primeras ovulaciones posparto (Ramirez-Godinez *et al.*,1981) así como a las inducidas por GnRH (Troxel y Kesler, 1984). El uso de un CIDR por 7 días solo o junto con PG, GnRH, benzoato de estradiol o cipionato de estradiol aumentó la proporción de vacas amamantadas sin estro que ovularon y formaron un CL de vida normal después de la eliminación del CIDR (Fike *et al.*, 1997; Wheaton y Lamb, 2007). Las proporciones incrementadas fueron del 44% (Fike *et al.*, 1997) y del 41% (Wheaton y Lamb, 2007) para vacas multíparas y del 75% para vacas primíparas (Wheaton y Lamb, 2007). Sin embargo, el tratamiento de vacas amamantadas en el posparto temprano con ovulación inducida por CIDR e inició ciclos estrales con una vida lútea normal en más vacas que el tratamiento con MGA (Perry *et al.*, 2004). El tratamiento con MGA no indujo la ovulación antes que en las vacas de control, pero una dosis alta de MGA aumentó el porcentaje de vacas con vida lútea normal después de la primera ovulación posparto (Perry *et al.*, 2004). Day (1998) postuló que la proximidad en el tiempo al inicio espontáneo de los ciclos estrales es la variable principal que controla el grado de respuesta al tratamiento con progestina.

Inducción de la ciclicidad con gonadotropinas. Una sola inyección de eCG estimuló la secreción de estradiol, un aumento de LH y la ovulación en vacas amamantadas (Echternkamp, 1978). De manera similar, una inyección de hCG después de d 19 postparto resultó en la formación de una CL en un 40 a 82% (Sheffel *et al.*, 1982; Pratt *et al.*, 1982; Johnson *et al.*, 1992) de vacas no cicladas, pero sólo el 25% de la CL tuvo una vida útil normal (Johnson *et al.*, 1992). En las vacas lactantes sin estro tratadas con eCG o benzoato de estradiol a las 0 ó 24 h después de la extracción de un implante de norgestomet, respectivamente, tanto el eCG como el estradiol fueron igualmente efectivos para inducir el celo en vacas en buenas condiciones corporales, pero el eCG aumentó significativamente la incidencia de la ovulación en vacas tratadas antes de la selección de folículos dominantes (Duffy *et al.*, 2004). En estudios en los que se administró eCG 2 días antes de la extracción de una inserción de progesterona de 9 días, la eCG estimuló más eficazmente el crecimiento del folículo dominante que los controles, que pueden ser competentes para ovular cuando se administró estradiol a las 24 h después de la extracción de la inserción (Baruselli *et al.*, 2003). Las vacas sin estro tratadas con eCG 2 d antes de la inserción de progesterona y la administración de estradiol 24 h más tarde resultaron en más embarazos que las vacas sin estro tratadas sin eCG (Nasser *et al.*, 2004). Existen pruebas de que la administración de eCG y estradiol puede ser importante para un resultado de embarazo deseable en los protocolos para las vacas sin estro.

Recientemente demostramos que el uso de folículos ovulados con hCG es más efectivo en el ciclo de novillas Holstein administradas 1,000 UI de hCG que las novillas que reciben GnRH. Además, cuando las novillas prepúberes recibieron 500 o 1.000 UI de hCG, una mayor proporción de folículos ovulados que las novillas que recibieron GnRH (Dahlen *et al.*, 2007). En este mismo estudio, una mayor proporción de novillas tratadas con hCG tuvieron una CL inducida con mayor volumen y capacidad para secretar progesterona. Cuando se administra hCG, un aumento de LH no es responsable de las ovulaciones resultantes (Yavas *et al.*, 1999). Por lo tanto, el modo de acción de la hCG parece ser independiente de la glándula pituitaria y actúa uniéndose directamente a los receptores de la hormona luteinizante en el ovario. La administración de hCG a novillas, da como resultado la ovulación, la consiguiente emergencia de ondas foliculares y formación de CL (Niasari-Naslaji *et al.*, 1996; Diaz *et al.*, 1998).

Nuestro otro trabajo (Marquezini *et al.*, 2009) demostró que las vacas amamantadas que recibían hCG 7 días antes del inicio del protocolo CO-Synch + CIDR tenían mayores concentraciones de progesterona que las vacas de control. Además, el tratamiento con hCG aumentó el porcentaje de vacas no cicladas con progesterona elevada y el porcentaje de vacas cicladas 7 días después. Sin embargo, las tasas de embarazo no difirieron entre las vacas control y las tratadas con hCG. De manera similar, la administración de hCG a novillas 14 días antes del inicio del protocolo CO-Synch + CIDR aumentó las concentraciones de progesterona 7 días después del tratamiento, aumentó el número de CL presentes al inicio del protocolo y aumentó la proporción de novillas no cicladas que experimentaron un aumento en las concentraciones de progesterona dentro de los 7 días posteriores al tratamiento. Además, las novillas no cicladas tratadas con hCG tenían concentraciones de progesterona similares a las novillas cicladas en el momento de la eliminación de CIDR, mientras que las novillas de control no cicladas tenían concentraciones más bajas de progesterona. Sin embargo, las tasas de embarazo de las novillas tratadas con hCG no difirieron de los controles (Lamb *et al.*, 2007).

Inducción de la ciclicidad con retirada de terneros (CR). La estimulación de la succión de terneros inhibe la liberación de hormonas reproductivas necesarias para que las vacas recuperen la ciclicidad posparto (Odde *et al.*, 1986, Carter *et al.*, 1980). El estímulo de la succión provoca la liberación de opiáceos endógenos por parte de las neuronas del cerebro, como las B-endorfinas (Gordon *et al.*, 1987). Los β-endorphins inhiben la liberación de GnRH por parte del hipotálamo (Myers *et al.*, 1989) y de LH por parte de la glándula pituitaria (Malven y Hudgens, 1987). La hormona luteinizante es necesaria para estimular el desarrollo del folículo ovárico y la ovulación. La ausencia de resultados de folículo abolió las posibilidades de que una vaca quedara embarazada. La retirada temporal de terneros (CR, separación temporal de la ternera de su madre) aumenta la pulsatilidad de GnRH y LH al disminuir el efecto negativo de los opiáceos endógenos sobre la liberación de gonadotropinas (Odde *et al.*, 1986). Cuarenta y ocho horas de CR antes de la IA cronometrada han demostrado aumentar la PR en un 10%

en vacas *Bos indicus* amamantadas (Meneghetti *et al.*, 2009, Sa Filho *et al.*, 2009) y *Bos taurus* (Geary *et al.*, 2001). Nuestra investigación previa (datos no publicados) indicó un aumento de la PR del 7% cuando la RC se realizó durante 72 horas antes de la TAI. Este 7% adicional podría incrementar potencialmente el promedio de RP total de los EE.UU. después de TAI. La técnica de retirada de terneros se utiliza a gran escala en otros países como Brasil y está comenzando a ser utilizada en los Estados Unidos. Por lo tanto, el CR puede ser una buena herramienta para aumentar la LH y mejorar los resultados de los protocolos de sincronización. Nuestro trabajo reciente demostró que el CR redujo el intervalo al pico de LH y el CR en la retirada del CIDR mejoró el crecimiento folicular y asas de ovulación en las primeras vacas **amamantadas** posparto.

Intervenciones hormonales después de TAI

La progesterona es importante para la supervivencia embrionaria, el crecimiento y el reconocimiento del embarazo. Las mayores concentraciones de progesterona se han asociado con mayores tasas de crecimiento del cigoto (Garrett *et al.*, 1988). Los objetivos de las intervenciones post-TAI son aumentar las concentraciones de progesterona, ya sea mediante la inducción de tejido lúteo accesorio, la mejora de la función de la CL original, y (o) complementando con progesterona adicional. Además, las hembras portadoras de embriones no fecundados o deteriorados tenían concentraciones reducidas de progesterona cuando se tomaron muestras en días 3 y 6 después del IA en comparación con las hembras con embriones de desarrollo normal (Maurer y Echternkamp, 1982).

El interferón-tau (INF_T) es el factor responsable del reconocimiento materno de la preñez en el ganado vacuno y es secretado por el trofoblasto del cigoto en crecimiento (Demmers *et al.*, 2001). Las vacas con concentraciones reducidas de progesterona durante la fase luteínica temprana tenían poca elongación embrionaria y los embriones producían menor o ningún INF_T que las vacas con mayores concentraciones de progesterona (Mann *et al.*, 1999) En las vacas lecheras que recibieron un embrión por transferencia embrionaria, el tiempo promedio para que la progesterona alcanzara 1 ng/mL después de la ovulación fue de 4.1 días para las vacas con INF_T detectable en día 16 o 5.6 días para las vacas sin INF_T detectable en el día 16(Mann y Lamming, 2001).

Suplemento de progesterona. La progesterona suplementaria durante los primeros 4 días después de la IA aumentó el desarrollo morfológico y la actividad biosintética de los cigotos día 14 (Garrett *et al.*, 1988) y tiene el potencial de aumentar la supervivencia embrionaria. Un meta-análisis de 17 estudios de suplementación de progesterona en vacas lecheras indicó que la suplementación de progesterona durante la primera semana de embarazo resultó en un aumento general en la tasa de embarazo, mientras que el tratamiento durante la segunda o tercera semana de embarazo no mejoró las tasas de embarazo (Mann y Lamming, 1999). Por lo tanto, el momento en que se administra la progesterona suplementaria es crítico, ya que el día 4 ó 5 de la gestación es un período en el que la progesterona puede alterar la actividad secretoria del endometrio, lo que influye en el crecimiento embrionario (Garrett *et al.*, 1988; Geisert *et al.*, 1992). Sin embargo, la progesterona suplementada dentro de los 2 días después del IA, aumentó la aparición de ciclos estrales cortos (Garrett *et al.*, 1988; Van Cleeff *et al.*, 1996; Lynch *et al.*, 1999).

La resincronización con una progestina aumentó las tasas de retorno sincronizado de las hembras no preñadas (Stevenson *et al.*, 2003; Colazo *et al.*, 2006), aumentando así el número de animales que conciben en la IA mientras mantienen un uso eficiente del trabajo. Sin embargo, la resincronización con progesterona y cipionato de estradiol o benzoato de estradiol disminuyó las tasas de concepción posteriores (Stevenson *et al.*, 2003). Demostramos que la suplementación de progesterona a través de un inserto CIDR para vacas amamantadas posparto en cualquier momento entre los días 5 y 21 después de que TAI fracasara en mejorar la fertilidad (Larson *et al.*, 2009). Además, aunque la resincronización del estro en vacas no preñadas tratadas con un CIDR mejoró la sincronía del estro y aumentó la proporción de vacas detectadas en estro, también tuvo un impacto negativo en las tasas de concepción posteriores. Por lo tanto, la suplementación de progesterona tuvo efectos positivos sobre la fertilidad de las vacas lecheras, pero parece tener poco efecto beneficioso en el aumento de las tasas de embarazo en el ganado vacuno de carne.

Tratamiento post-IA con hCG. Se ha demostrado la capacidad de la hCG para inducir la CL accesoria y aumentar las concentraciones de progesterona cuando se administra como una intervención post-IA. Cuando se administraron 3,300 UI hCG a vacas lecheras de alta producción en el día 5 después del estro, el 86% de las vacas tenían más de 1 CL presente entre día 11 y 16 comparado con el 23% de las vacas no tratadas (Santos *et al.*, 2001). Además, el tratamiento de vacas lecheras con hCG el día 5 después del estro (Santos *et al.*, 2001), y novillas lecheras en día 7 después de la IA o ET (Chagas e Silva y Lopes da Costa, 2005) aumentó las concentraciones de progesterona determinadas de día 11 a 16 después del tratamiento en 5 ng/mL en comparación con las hembras no tratadas. También se observaron mayores concentraciones de progesterona después de la hCG en vacas lecheras sin estro, vacas de carne y novillas de carne (Hanlon *et al.*, 2005; Funston *et al.*, 2005; Dahlen *et al.*, 2007; Marquezini *et al.*, 2009).

Los efectos de la hCG en las tasas de embarazo han sido variables. Se detectaron mayores tasas de embarazo a los 28, 45 y 90 días después de la IA cuando las vacas lecheras lactantes fueron tratadas con hCG en el día 5 después del estro (Santos *et al.*, 2001), y cuando se administraron una vez entre día 4 y 9 después de la IA, pero sólo en algunos de los rebaños que participaron en un estudio lechero con múltiples rebaños (Stevenson *et al.*, 2007). Cuando se administró en el día 6, pero no en el día 1 del ciclo estral al ganado de carne negro japonés, 1.500 UI hCG aumentaron las tasas de embarazo de embriones congelados descongelados transferidos en el día 7 de 45 a 68%, tendió a aumentar la concentración de progesterona en sangre en el día 14, y disminuyó las concentraciones de estradiol en sangre en los días 7 y 14 (Nishigai *et al.*, 2002). En contraste, el tratamiento de las receptoras de transferencia de embriones lecheros lactantes con hCG 5 d después de la ovulación aumentó las concentraciones de progesterona el día 7 después del tratamiento, pero no logró aumentar las tasas de concepción a día 28 de los embriones transferidos a día 7 (Galvao *et al.*, 2006). No se observaron diferencias en las tasas de embarazo después del tratamiento de vacas lecheras sin estro, vacas de carne o novillas de carne con hCG en comparación con las vacas no tratadas (Funston *et al.*, 2005; Hanlon *et al.*, 2005).

La administración de hCG a novillas lecheras en día 5 del ciclo estral dio como resultado mayores concentraciones de progesterona pero ninguna diferencia en la tasa de embarazo en comparación con la administración de GnRH (Schmitt *et al.*, 1996). Las vacas lecheras lactantes tratadas con GnRH o 3.300 UI hCG entre d 4 y 9 después de la inseminación tuvieron una mayor proporción de CL inducida 7 días después del tratamiento que las tratadas con solución salina (Stevenson *et al.*, 2007). Sin

embargo, las concentraciones de progesterona sólo aumentaron en las vacas tratadas con hCG.

Una mayor proporción de vacas lecheras tratadas con hCG en el momento del diagnóstico de embarazo (entre 26 y 71 d después del IA) desarrollaron estructuras lúteas inducidas (50%) que las tratadas con GnRH (26%), las cuales fueron mayores que las tratadas con solución salina (7%; Stevenson *et al.*, 2008). Independientemente del tratamiento administrado, las vacas con concentraciones elevadas de progesterona en el momento del diagnóstico de embarazo tenían menos probabilidades de perder embarazos que las que tenían concentraciones reducidas de progesterona (Stevenson *et al.*, 2008). Además, las vacas con múltiples CL tuvieron mayores tasas de concepción a día 28 que las que tenían una sola CL (Santos *et al.*, 2001).

En las vacas de carne, las concentraciones de progesterona después del TAI aumentaron en las vacas preñadas después del tratamiento con hCG y el tratamiento con hCG tendió a aumentar las tasas de embarazo (Dahlen *et al.*, 2009). Las vacas preñadas tenían mayores concentraciones de progesterona a día 7 después del TAI que las vacas que no estaban preñadas (Dahlen *et al.*, 2009). Además, el tratamiento con hCG aumentó el volumen de tejido lúteo a día 14 y las concentraciones de progesterona entre el día 14 y 33 después del TAI y el tratamiento con hCG tendieron a aumentar las tasas de embarazo en 5 de 6 lugares de 1,1 a 27 puntos porcentuales (promedio = 10,2) en comparación con el tratamiento salino (Dahlen *et al.*, 2009). En conjunto, debido a su capacidad para inducir múltiples CL y aumentar consistentemente las concentraciones de progesterona, la hCG puede aumentar las tasas de embarazo cuando se administra a vacas 7 días después de la inseminación. Debido a que las novillas tratadas con hCG que tenían una CL accesoria tenían mayores tasas de embarazo que aquellas que no tenían una CL accesoria (Chagas e Silva y Lopes da Costa, 2005), el éxito de un protocolo puede depender de la eficacia de la hCG induciendo una CL accesoria en lugar de su efecto sobre la CL original.

Nuevas concentraciones que alteran la progesterona antes del TAI

Prostaglandina$_{F2\alpha}$ (PGF) antes de la inserción del CIDR. El control consistente del desarrollo folicular es esencial para el desarrollo de protocolos de sincronización estral que resultan en mayores tasas de concepción sin detección de celo. La hormona liberadora de gonadotropina puede inducir la ovulación de folículos dominantes de más de 10 mm de diámetro (Ryan *et al.*, 1998). Sin embargo, la capacidad de una inyección de GnRH para inducir la ovulación depende de la etapa del ciclo estral, y a través de los días del ciclo estral, sólo el 66% de las vacas de carne respondieron (Geary *et al.*, 2000). El aumento de las concentraciones de progesterona se ha asociado con una disminución del aumento de LH inducido por GnRH (Colazo *et al.*, 2008). Entre las novillas, el aumento de las concentraciones de progesterona tuvo una relación negativa con el área bajo la curva de LH inducida por GnRH y la respuesta ovulatoria (Perry y Perry, 2009), y la inducción de la regresión luteínica 3 días antes de una inyección de GnRH aumentó el control de la renovación y el crecimiento folicular (Grant *et al.*, 2011). La ovulación inducida de folículos pequeños en el momento de la IA de tiempo fijo resultó en una disminución del éxito del embarazo (Perry *et al.*, 2005; Sa Filho *et al.*, 2010), pero cuando los animales fueron detectados en estro, el tamaño del folículo ovulatorio no tuvo impacto en el éxito del embarazo (Perry *et al.*, 2005). Además, las vacas en estro en el momento de la IA de tiempo fijo tuvieron mayor éxito en la gestación en comparación con las vacas que no estaban en estro (Perry *et al.*, 2005; Sa Filho *et al.*, 2010). Con un tamaño de folículo ovulatorio constante, las vacas con un proestro más largo tenían concentraciones mayores de estradiol y un mayor éxito en la gestación en comparación con las vacas con un proestro corto (Bridges *et al.*, 2010). Por lo tanto, el control del desarrollo folicular para optimizar el tamaño del folículo y la exposición al estradiol puede jugar un papel importante en el logro del éxito máximo de gestación. Por lo tanto, Perry *et al.* (2012) determinó que la utilización de $PGF_{2\alpha}$ para sincronizar la onda folicular antes del inicio de un protocolo TAI de 6-días CO-Synch mejoró los resultados de la gestión en las vacas de carne en comparación con una CO-Synch (inyección de GnRH-1 5 días antes y 66 a 70 h después de $PGF_{2\alpha}$ con inyección de GnRH-2 administrada en TAI) + inserción de CIDR concurrente con la inyección de GnRH-1. Asimismo, una mayor proporción de novillas exhibieron una nueva onda folicular al inicio de un protocolo TAI cuando fueron inyectadas con $PGF_{2\alpha}$ 3 días antes de la iniciación del protocolo (Grant *et al.*, 2011). Las vacas lecheras lactantes tuvieron mejores resultados de gestación durante el verano cuando fueron tratadas con $PGF_{2\alpha}$ y GnRH (3 días después de $PGF_{2\alpha}$ y 7 días antes del inicio del protocolo Ovsynch) que las vacas cuyos ciclos estrales fueron presincronizados con dos inyecciones de $PGF_{2\alpha}$ 14 d aparte, con la segunda inyección de $PGFe_{2\alpha}$ administrada 10 días antes de Ovsynch (Stevenson y Pulley, 2012). Por lo tanto, en dos experimentos, nosotros (Hill, *et al.*, datos no publicados) planteamos la hipótesis de que el tratamiento con PGF o PGF seguido de GnRH antes del inicio del protocolo 7-días CO-Synch + CIDR mejoraría los resultados de gestación al alterar las concentraciones de progesterona al inicio del protocolo TAI. En resumen, la regresión luteínica y la ovulación fueron mejoradas y las concentraciones de progesterona fueron alteradas por los tratamientos de presincronización antes de que el programa de7 días CO-Synch + CIDR y el embarazo por TAI tendieran a ser mejorados.

PGF en la inserción del CIDR. Para reducir la manipulación de las vacas a través de la instalación de manipulación Williams *et al.* (2011) realizaron un experimento para determinar si la administración de PGF en la inserción del protocolo CO-Synch+CIDR de 5 días en el CIDR mejoraría la fertilidad en comparación con los que no reciben PGF. La tasa de embarazo a TAI fue mayor en las vacas que recibieron PGF (52.4%) que en aquellas que no recibieron PGF en la inserción del CIDR (35.7%). Por lo tanto, en dos estudios (Mercadante *et al.*, datos no publicados) se determinó el efecto de la administración de PGF en la inserción del CIDR durante el protocolo de sincronización del celo CO-Synch+CIDR de 7 días sobre las tasas de gestación subsiguientes de vacas amamantadas y novillas de reemplazo. Nuestros resultados indicaron que la administración de PGF en la inserción de CIDR del protocolo CO-Synch+CIDR no logró aumentar las tasas de gestación de TAI, pero en la retirada de CIDR, disminuyó las concentraciones de P4 y tendió a aumentar el diámetro del folículo dominante. Por lo tanto, puede haber oportunidades para utilizar estratégicamente el PGF en la administración de un protocolo para mejorar las tasas de embarazo en las hembras de vacuno.

1. Resúmen y conclusiones

Uso de la presincronización basada en progestina antes de la implementación de un protocolo TAI para vacas y novillas mejora la fertilidad de forma más efectiva que otras intervenciones de presincronización hormonal. En contraste, la suplementación de una progestina después de TAI no mejora la fertilidad en las vacas de carne, pero la administración de hCG para inducir una CL accesoria y aumentar las concentraciones de la progesterona puede aumentar eficazmente las tasas de preñez en el

ganado vacuno. El desarrollo de protocolos TAI que reducen los factores de molestia asociados con la sincronización de la ovulación y la IA proporcionan a los productores de ganado herramientas eficientes y efectivas para mejorar la genética en sus operaciones. Las variables de ubicación, sin embargo, que pueden incluir diferencias en los pastos y la dieta, la composición de la raza, la condición corporal, el intervalo de posparto, el clima y la ubicación geográfica, pueden afectar el éxito de los protocolos de TAI.

Bibliografía

Ver en la versión en inglés.

ENGLISH VERSION

FACTORS AFFECTING FERTILITY OF BEEF FEMALES

G. C. Lamb

Introduction

Estrus- and ovulation-synchronization and AI are reproductive management tools that have been available to beef producers for more than 30 yr. Synchronization of the estrous cycle has the potential to shorten the calving season, increase calf uniformity, and facilitate the use of AI. Artificial insemination allows producers the opportunity to infuse superior genetic traits into their cattle at costs far below those of purchasing a herd sire of similar standards. These tools remain the most important and widely applicable reproductive biotechnologies available for beef cattle operations (Seidel, 1995).

Several factors, especially during early development of estrus-synchronization programs, may have contributed to the poor adoption rates. Initial programs failed to address the primary limitation to synchronizing estrus; the lack of normal estrous cycles in pre- or peri-pubertal heifers or postpartum anestrus in suckled cows. In addition, these programs failed to manage follicular waves, thus resulting in less synchronous control of both follicular maturation and corpus luteum (**CL**) regression. As a result, the onset of estrus occurred over more days during the synchronized period in which detection of estrus was necessary. Lack of synchrony of estrus and ovulation ultimately precluded fixed-time AI (**TAI**) reaching acceptable pregnancy rates.

More recent developments focused on both CL and follicle control in convenient and economical protocols to synchronize ovulation. Current research has focused on the development of methods that effectively synchronize estrus in postpartum beef cows and replacement beef heifers by decreasing the period of time during which detection of estrus is required, thus facilitating the use of TAI (Geary *et al.*, 2001a,b; Lamb *et al.*, 2001, 2006, Larson *et al.*, 2006; Busch *et al.*, 2007). This new generation of ovulation-synchronization protocols uses 2 strategies which are key factors for implementation by producers because they: 1) minimize the number and frequency of handling cattle; and 2) eliminate detection of estrus by employing TAI. To further enhance fertility to TAI protocols researchers now have attempted multiple hormonal and management regimens to enhance fertility to TAI protocols. This review will focus on some of those strategies and their potential impact on fertility.

Approaches to the development of TAI protocols

Initial estrus-synchronization systems focused on either altering the estrous cycle by regressing the corpus luteum (CL) with an injection of PG and then detecting estrus during 18 to 80 h after the injection. During this same period, initial research was performed with the use of exogenous progestins that prevented estrus from occurring. Once systems involving a single injection of PG became successful, researchers focused on multiple injections of PG to further reduce days required for heat detection and AI (Lauderdale *et al.*, 1974; Seguin *et al.*, 1978). Simultaneously, research was conducted using subcutaneous implants containing norgestomet (Spitzer *et al.*, 1976, 1978; Miksch *et al.*, 1978), which led to the development of Syncro-Mate-B. Syncro-Mate-B was the precursor to the next generation of estrus-synchronization systems involving the use of exogenous progestins (MGA and CIDR), which generally prevented estrus from occurring during their administration. Progestins were used to delay the onset of estrus after a spontaneous or PG-induced luteolysis and extend the duration of the estrous cycle (Brown *et al.*, 1988; Lucy *et al.*, 2001).

Not until the discovery that ovarian follicles in cattle grow in distinct wave-like patterns, with generally one follicle becoming dominant (Fortune *et al.*, 1988) did a third generation of systems develop. Controlling follicular waves with a single injection of GnRH at random stages of the estrous cycles induces release of LH, leading to ovulation or luteinization of the dominant follicle(s) (≥ 10 mm; Garverick *et al.*, 1988; Bao and Garverick, 1998; Sartori *et al.*, 2001). Consequently, a new follicular wave is initiated 1.5 to 2 d after GnRH administration in females in which the dominant follicle ovulated or luteinized in response to GnRH-induced LH release. Luteal tissue that forms after GnRH administration is capable of undergoing PG-induced luteolysis 6 or 7 d later (Twagiramungu *et al.*, 1995). These advances facilitated research to focus on 3 primary goals for synchronizing estrus and ovulation: 1) develop reliable protocols that rely solely on TAI; 2) develop systems that require a maximum of 3 animal handlings, and 3) ensure that systems are successful in both anestrous or peripubertal and estrous-cycling females at any stage of the estrous cycle. Research conducted in our laboratory along with other significant contributors in postpartum beef cattle and replacement beef heifers are detailed below.

Postpartum beef cows

Preliminary studies identified significant improvements in fertility among cows that received MGA before the administration of PG compared with cows that received PG only (Patterson *et al.*, 1995). When cows received a CIDR for 7 d and an injection of PG the day before CIDR removal, synchronization and pregnancy rates were improved (Lucy *et al.*, 2001). When GnRH was administered 6 or 7 d before PG, 70 to 83% of cows were synchronized in a 4-d period (Twagiramungu *et al.*, 1995). The development of the Ovsynch protocol in dairy cattle was the genesis for many of the TAI protocols used for beef cattle estrous synchronization (Pursley *et al.*, 1995). Follicular waves are controlled with an injection of GnRH followed 7 d later by an injection of PG to lyse the CL. Following PG, a second injection of GnRH is administered 48 h later to initiate ovulation of a dominant follicle followed by TAI 16 h later. Combining the second injection of GnRH with TAI proved to be more practical for beef producers with no reduction in fertility (Geary *et al.*, 2001b). A disadvantage of this protocol, however, is that approximately 5 to 15% of suckled beef cows exhibit estrus before and immediately after the PG injection (Kojima *et al.*, 2000; Lamb *et al.*, 2001). These cows are likely those that are in the late stages of the estrous cycle when the synchronization protocol was initiated (Geary *et al.*, 2000). Unless these cows are detected in estrus and inseminated early, they will fail to become pregnant after a TAI as part of the CO-Synch protocol.

The development of the CIDR (Macmillan and Peterson, 1993) and subsequent approval for use in the Unites State by the Food and Drug Administration significantly altered estrous synchro-

nization protocols for beef females. We hypothesized that addition of a CIDR to the CO-Synch protocol would prevent the premature occurrence of estrus before or after PG and result in enhanced fertility. Overall pregnancy rates were enhanced in the CO-Synch + CIDR protocol compared with the CO-Synch treatment (59 vs. 48%, respectively; Lamb *et al.*, 2001). The CIDR delayed the onset of ovulation in cows having spontaneous early luteolysis before the PG injection resulting in a more synchronized ovulation ideally suited for TAI. Further, the CO-Synch + CIDR protocol was more effective in initiating a fertile ovulation in anestrus cows or those lacking a CL when PG was administered (Lamb *et al.*, 2001).

Efficacy of these CIDR-based TAI protocols had not been evaluated in suckled beef cows concurrently with protocols requiring detection of estrus alone or coupled with a cleanup TAI of cows not yet detected in estrus. Therefore, we coordinated a multistate, multi-location experiment to discern whether the CO-Synch + CIDR protocol could yield pregnancy rates similar to protocols requiring detection of estrus (Larson *et al.*, 2006). Results demonstrated that the CO-Synch + CIDR protocol yielded pregnancy rates similar to the estrus-detection protocol (Select Synch + CIDR, plus a clean-up TAI at 84 h) with the greatest pregnancy rates (54 vs. 58%, respectively). In addition, these pregnancy rates were achieved despite 35% of cows being anestrous at the start of the protocol. In fact, in most cases when progesterone via the CIDR insert is included in the CO-synch protocol, pregnancy rates of previously defined anestrous cows are comparable to or exceed that of estrous cycling cows (Stevenson *et al.*, 2000; 2003a,b; Lamb *et al.*, 2001; Busch *et al.*, 2008).

Recent research in suckled beef cows has indicated that reducing the interval from GnRH to PG from 7 to 5 d, administering 2 injections of PG approximately 2 to 12 h apart, and extending the period from the first injection of PG to TAI from 60 to 72 h, increased TAI pregnancy rates in suckled beef cows (5 d CO-Synch + CIDR protocol; Bridges *et al.*, 2008). In another study when cows in 7 d CO-Synch + CIDR protocol were inseminated at 66 h after a single injection of PG compared to cows receiving the 5 d CO-Synch + CIDR protocol no improvements were noted (Wilson *et al.*, 2009). We observed that when the interval between GnRH and PG was 7 d a proportion of cows ovulated follicles of smaller than normal diameter, which resulted in decreased fertility (Lamb *et al.*, 2001). These females may have had lower preovulatory concentrations of estradiol. Perhaps the smaller follicles at the time of synchronized ovulation resulted from spontaneous atresia of follicles and initiation of a new follicular wave closer to the PG injection in cows that did not respond to the initial GnRH . Therefore, a reduction in the interval from 7 to 5 d would be expected to reduce the likelihood that this pattern of follicular growth would occur, and result in greater estradiol concentrations during proestrus (Bridges *et al.*, 2009). However, an increase in the interval from PG to TAI from 60 to 66 h in the 7 d CO-Synch + CIDR protocol may also enhance estradiol concentrations and improve fertility (Busch *et al.*, 2008).

Research in other laboratories also demonstrated successful TAI protocols for cows using MGA in combination with GnRH and PG, which was reviewed extensively (Patterson *et al.*, 2003). The MGA Select and 7-11 Synch with TAI at 72 h after PG have also proven to be reliable TAI protocols for producers (61% and 67% for 7-11 Synch and MGA Select, respectively; Perry *et al.*, 2002; Bader *et al.*, 2005; Schafer *et al.*, 2007). Use of MGA based systems for suckled cows, however, is not approved for use by the Food and Drug Administration in the United States. Therefore, they are currently not recommended systems for beef producers.

The technology now exists to successfully inseminate postpartum beef cows by TAI with acceptable to high fertility rates, especially considering that in many cases a large percentage of anestrous cows may be present in any population of postpartum suckled cows (Stevenson *et al.*, 2003). Current recommendations are made to producers indicating that TAI using the 7d CO-Synch + CIDR or 5 d CO-Synch + CIDR are practical and effective systems yielding pregnancy rates exceeding those that rely solely on detection of estrus.

Replacement beef heifers

Initial studies in beef heifers demonstrated that feeding MGA for 14 d followed by a PG injection 17 d after terminating MGA feeding was an effective method to control the estrous cycle (Brown *et al.*, 1988; Patterson *et al.*, 1989). We identified improvements in specific reproductive endpoints when heifers were injected with PG 19 d rather than 17 d after a 14-d MGA feeding period (MGA-PG; Lamb *et al.*, 2000). No differences were detected in fertility between treatments, however, distribution of estrus was more highly synchronized among heifers that received PG 19 d after MGA withdrawal. Subsequent to the success of the MGA-PG system, researchers began to include GnRH in synchronization protocols with TAI as an objective. The MGA Select protocol improved synchrony of estrus among pubertal beef heifers compared with MGA-PG (Wood-Follis *et al.*, 2004). The interval to estrus, however, was more variable among peripubertal heifers compared with heifers that reached puberty before treatment initiation, addition of GnRH to a MGA-PG protocol was effective in synchronizing a fertile estrus in pubertal heifers but failed to increase pregnancy rate in heifers over MGA-PG (Wood-Follis *et al.*, 2004). Estrus was successfully synchronized in heifers by using Select Synch, but overall, the MGA-PG protocol led to greater synchrony of estrus and, therefore, tended to be more effective (Lamb *et al.*, 2000). In most cases, heifers subjected to GnRH-based protocols have failed to achieve fertility rates similar to those of the standard MGA-PG system. In addition, synchrony of estrus after PG in an MGA system tends to be tighter with more heifers being artificially inseminated during a shorter period of time than when using the Select Synch protocol (Lamb *et al.*, 2004).

Development of an effective TAI protocol for beef heifers has not been as easy as that for cows, especially considering that a majority (greater than 85%) of *Bos taurus* heifers have attained puberty before the onset of the TAI protocol (Lamb *et al.*, 2006). The primary reason for poor results with TAI seems to be the inability to synchronize follicular waves at the same level of success as that achieved in cows. After an injection of GnRH at random stages of the estrous cycle, 75 to 90% of postpartum beef and dairy cows ovulated a follicle (Pursley *et al.*, 1995; Thompson *et al.*, 1999; El-Zarkouny *et al.*, 2000), whereas only 48 to 60% of beef and dairy heifers ovulated follicles in response to GnRH (Macmillan and Thatcher, 1991; Pursley *et al.*, 1995; Moreira *et al.*, 2000). However, we demonstrated that heifers exposed to TAI using the CO-Synch protocol had improved fertility over the two-injection PG protocol with detection of estrus (Dahlen *et al.*, 2003), but failed to note a difference in synchrony of estrus or pregnancy rate between CIDR-PG and Select Synch + CIDR treated heifers, indicating that response to GnRH in heifers at CIDR insertion may be of limited value (Lamb *et al.*, 2006).

Atkins and Smith (2008) evaluated follicular response to GnRH among pubertal beef heifers on specific days of the estrous cycle. Response was assessed as ovulation or luteinization of

a dominant follicle and subsequent initiation of a new follicular wave in response to GnRH. Heifers receiving GnRH on d 2, 10, and 18 of the estrous cycle failed to ovulate more than 70% of dominant follicles, whereas 92% of heifers receiving GnRH on d 5 of the estrous cycle ovulated.

In a large, multi-location (12 locations) study using GnRH, PG, and CIDR, we (Lamb *et al.*, 2006) tested the hypothesis that GnRH at CIDR insertion would not enhance pregnancy rates and a TAI protocol would yield pregnancy rates similar to protocols employing detection of estrus. Results revealed that GnRH did not enhance pregnancy rates, and the CO-Synch + CIDR protocol yielded similar pregnancy rates as Select Synch + CIDR or CIDR-PG, which requires detection of estrus. Nevertheless, the fact remains that average pregnancy rates for these protocols ranged between 53 and 58%, whereas data from our laboratory and others have reported pregnancy rates using MGA, or substitution of a 14-d CIDR for MGA, to range between 60 and 75% (Lamb *et al.*, 2000; 2004; Patterson *et al.* 2003; Kojima *et al.*, 2004, Busch *et al.*, 2007).

Poorer TAI pregnancy rates in heifers are largely attributed to poor synchronization of follicular waves to the same degree of success as that achievable in cows (Lamb *et al.*, 2006). As indicated previously, the ovulatory response to GnRH in heifers is influenced by the day of the estrous cycle at GnRH administration and that presynchronization of estrous cycles with a progestin before a GnRH and PG regimen may increase the proportion of dominant follicles that respond to GnRH and thereby improve the synchronization of follicular waves (Kojima *et al.*, 2004; Schafer *et al.*, 2006; Atkins *et al.*, 2008). The CIDR Select protocol improved the synchrony of estrus and ovulation compared with the Select Synch + CIDR, CIDR-PG, and Select Synch protocols in estrous-cycling beef heifers (Leitman *et al.*, 2008). In addition, these data support the findings of Busch *et al.* (2007), which demonstrated improvements in TAI pregnancy rates in beef heifers resulting from presynchronization with progesterone before GnRH and PG compared with the 7-d CO-Synch + CIDR protocol.

Of the 3 most reliable TAI protocols for heifers (CO-Synch + CIDR, MGA-PG, and CIDR Select), each has advantages and disadvantages related to practical application and successful administration by producers. The advantages are based on cost, effectiveness in mixed populations of cycling and noncycling heifers, ability to administer the products (i.e., sufficient feed bunk space for feeding MGA and adequate facilities for inserting CIDR), and duration of protocol administration. Therefore, beef producers have several options to apply when using TAI in beef heifers.

Interventions to induce cyclicity of noncycling females in TAI protocols

Hormonal Initiation of Cyclicity of Noncycling Females

Anestrus is a major contributor to herd infertility (Short *et al.*, 1990), because a significant and annual variable proportion of cows are not cycling at the onset of the breeding season. Up to 60% of beef cows may not be cycling at the initiation of a breeding season (Stevenson *et al.*, 2000). Exposure to progesterone was a prerequisite to first postpartum behavioral estrus in a large portion of cows (Kyle *et al.*, 1992). Thus the first postpartum ovulation is often not preceded by estrus (Perry *et al.*, 1991). In addition, duration of the luteal phase after first postpartum ovulation often is shorter than a normal luteal phase, resulting in an infertile 'short-cycle' (Perry *et al.*, 1991). Delaying insemination of females to allow expression of estrus and the subsequent rise in progesterone before insemination resulted in better fertility compared with insemination on the first postpartum or postpubertal estrus (Byerley *et al.*, 1987; Short *et al.*, 1990).

Induction of cyclicity with GnRH. A single injection of GnRH given around d 21 to 31 postpartum induced an LH surge and ovulation in beef cows (Kesler *et al.*, 1980; Williams *et al.*, 1982; Twagiramungu *et al.*, 1994, 1995). Similarly, 2 injections of GnRH 10 d apart also induced ovulation and subsequent estrous cycles in beef cows (Webb *et al.*, 1977). The life-span of the GnRH-induced CL, however, was usually shorter than that after spontaneous ovulation (Foster *et al.*, 1980; Kesler *et al.*, 1980).

Thompson *et al.* (1999), using ultrasonography, scanned ovaries of 40 early postpartum, suckled beef cows before, during, and after treatments of GnRH and (or) norgestomet and reported that luteal structures were induced in 75% of noncycling cows, resulting in elevated progesterone after 7 d. In contrast, Stevenson *et al.* (2000) reported that rates of induced ovulation for noncycling cows treated with GnRH 7 d before $PGF_{2\alpha}$ (Select Synch) were 38% and 49%, respectively, in two experiments, and those of induced ovulation for noncycling cows treated with Select Synch plus a norgestomet implant were 17% and 28% in two experiments.

Induction of cyclicity with progestins. Norgestomet treatment increased LH pulse frequency (Garcia-Winder *et al.*, 1986), and estradiol concentrations in blood serum (Sheffel *et al.*, 1982; Garcia-Winder *et al.*, 1986; Garverick *et al.*, 1988) and in follicular fluid (Garcia-Winder *et al.*, 1987; Johnson *et al.*, 1991). Furthermore, treatment with a progesterone-releasing intravaginal device (PRID) for 10 d in beef cows before d 30 postpartum reduced the calving interval by 13 d compared with untreated controls (Peters, 1982).

Norgestomet plus a GnRH injection 24 h after removal of the implant, increased GnRH-induced LH release (Smith *et al.*, 1983) and reduced the incidence of short cycles (Copelin *et al.*, 1988). In contrast, pretreatment with a PRID did not affect GnRH-induced LH release or ovulation (Edwards *et al.*, 1983). Stevenson *et al.* (1997) concluded that treating suckled beef cows with PG, GnRH, and norgestomet induced ovulation and increased conception rates in prepuberal heifers and anestrous suckled beef cows. These studies indicate that pretreatment with progestins seem to prolong the life-span of induced CL in postpartum acyclic cows. Similar results were achieved in suckled beef cows using a different treatment procedure that combined PG, norgestomet, and GnRH (Troxel *et al.*, 1993); however, their system included calf removal for 48 h.

For noncycling, postpartum cows, a dominant follicle must be developed and the resulting short estrous cycle, which generally follows first postpartum ovulation, must be circumvented. Norgestomet prevented the short estrous cycle that spontaneously followed first postpartum ovulations (Ramirez-Godinez *et al.*, 1981) as well as those induced by GnRH (Troxel and Kesler, 1984). Use of a CIDR for 7 d alone or in conjunction with PG, GnRH, estradiol benzoate, or estradiol cypionate increased the proportion of anestrous suckled beef cows that ovulated and formed a CL of normal life-span following CIDR removal (Fike *et al.*, 1997; Wheaton and Lamb, 2007). Increased proportions were 44% (Fike *et al.*, 1997) and 41% (Wheaton and Lamb, 2007) for multiparous cows and 75% for primiparous cows (Wheaton and Lamb, 2007). However, treatment of early postpartum suckled beef cows with CIDR induced ovulation and initiated estrous cycles with a normal luteal life span in more cows than did treatment with MGA (Perry *et al.*, 2004). Treatment with MGA did not induce ovulation earlier than in control cows, but a high

dose of MGA increased the percentage of cows with normal luteal life spans following the first ovulation postpartum (Perry *et al.*, 2004). Day (1998) postulated that nearness in time to the spontaneous onset of estrous cycles is the primary variable that controls the degree of response to progestin treatment.

Induction of cyclicity with gonadotropins. A single injection of eCG stimulated secretion of estradiol, an LH surge, and ovulation in suckled beef cows (Echternkamp, 1978). Similarly, an injection of hCG after d 19 postpartum resulted in the formation of a CL in 40 to 82% (Sheffel *et al.*, 1982; Pratt *et al.*, 1982; Johnson *et al.*, 1992) of noncycling cows, but only 25% of the CL had a normal life-span (Johnson *et al.*, 1992). In anestrous suckled beef cows treated with eCG or estradiol benzoate at 0 or 24 h after removal of a norgestomet implant, respectively, both eCG and estradiol were equally effective at inducing estrus in cows in good body condition, but eCG significantly increased ovulation incidence in cows treated before dominant follicle selection (Duffy *et al.*, 2004). In studies where eCG was administered 2 d before removal of a 9-day progesterone insert, eCG more effectively stimulated growth of the dominant follicle than controls, which may be competent to ovulate when estradiol was administered at 24 h after insert removal (Baruselli *et al.*, 2003). Anestrous cows treated with eCG 2 d before progesterone insert removal and administration of estradiol 24 h later resulted in more pregnancies than non-eCG treated anestrous cows (Nasser *et al.*, 2004). Evidence exists that eCG and estradiol administration may be important for a desirable pregnancy outcome in protocols for anestrous cows.

Recently we demonstrated that use of hCG more effectively ovulated follicles in cycling Holstein heifers administered 1,000 IU of hCG than heifers receiving GnRH. In addition, when prepubertal beef heifers received 500 or 1,000 IU of hCG a greater proportion of follicles ovulated than heifers receiving GnRH (Dahlen *et al.*, 2007). In this same study, a greater proportion of hCG-treated heifers had an induced CL with greater volume and ability to secrete progesterone. When hCG is administered, an LH surge is not responsible for resulting ovulations (Yavas *et al.*, 1999). Therefore, the mode of action of hCG seems to be independent of the pituitary gland and acts by directly binding to the LH receptors in the ovary. Administration of hCG to heifers, results in ovulation, subsequent follicular wave emergence, and CL formation (Niasari-Naslaji *et al.*, 1996; Diaz et al, 1998).

Our other work (Marquezini *et al.*, 2009) demonstrated that suckled beef cows receiving hCG 7 d before initiation of the CO-Synch + CIDR protocol had greater concentrations of progesterone than control cows. In addition, treatment with hCG increased the percentage of noncycling cows with elevated progesterone and percentage of cycling cows 7 d later. However, pregnancy rates did not differ between control and hCG treated cows. Similarly, administration of hCG to heifers 14 d before the initiation of the CO-Synch + CIDR protocol increased concentrations of progesterone 7 d after treatment, increased the number of CL present at protocol initiation, and increased the proportion of noncycling heifers experiencing an increase in concentrations of progesterone within 7 d after treatment. In addition, noncycling heifers treated with hCG had concentrations of progesterone similar to cycling heifers at the time of CIDR removal whereas noncycling control heifers had lower concentrations of progesterone. However, pregnancy rates of hCG treated heifers did not differ from controls (Lamb *et al.*, 2007).

Induction of cyclicity with calf removal (CR). The calf suckling stimulation inhibits reproductive hormone release necessary to cows to redeem postpartum cyclicity (Odde *et al.*, 1986, Carter *et al.*, 1980). Suckling stimulus causes release of endogenous opioids by neurons in the brain, such as B-endorphins (Gordon *et al.*, 1987). β-endorphins inhibit the release of GnRH by the hypothalamus (Myers *et al.*, 1989) and LH by the pituitary gland (Malven and Hudgens, 1987). Luteinizing hormone is necessary to stimulate ovarian follicle development and ovulation. The absence of follicle results abolished the chances of a cow to become pregnant. Temporary calf removal (CR, temporal separation of the calf from its dam) increases GnRH and LH pulsatility by decreasing the negative effect of endogenous opioids on gonadotropins release (Odde *et al.*, 1986). Forty-eight hours of CR prior to timed AI have been shown to increase PR by to 10% in suckled *Bos indicus* (Meneghetti *et al.*, 2009, Sa Filho *et al.*, 2009) and *Bos taurus* (Geary *et al.*, 2001) cows. Our previous research (data not published) indicated an increased PR of 7% when CR was performed for 72 hours prior to TAI. This additional 7% could potentially increase the US total average PR following TAI. The calf removal technique is used on large scale in other countries like Brazil and is starting to be used in the US. Therefore, CR may be a good tool to increase LH and improve the results of the synchronization protocols. Our recent work demonstrated that CR reduced the interval to the LH peak and CR at CIDR removal enhanced follicle growth and ovulation rates in early postpartum suckled beef cows.

Hormonal interventions after TAI

Progesterone is important for embryonic survival, growth, and pregnancy recognition. Increased concentrations of progesterone have been associated with increased conceptus growth rates (Garrett *et al.*, 1988). Aims of post-TAI interventions are to increase concentrations of progesterone either through inducing accessory luteal tissue, enhancing function of the original CL, and(or) supplementing with additional progesterone. In addition, females carrying unfertilized or degenerate embryos had reduced concentrations of progesterone when sampled on d 3 and 6 after AI compared with females with normally developing embryos (Maurer and Echternkamp, 1982).

Interferon-tau (INF_T) is the factor responsible for maternal recognition of pregnancy in cattle and is secreted by the trophoblast of the growing conceptus (Demmers *et al.*, 2001). Cows having reduced concentrations of progesterone during the early luteal phase had little embryo elongation and embryos produced little or no INF_T than cows with greater concentrations of progesterone (Mann *et al.*, 1999). In dairy cows that received an embryo by embryo transfer, the average time for progesterone to reach 1 ng/mL after ovulation was 4.1 d for cows with detectable INF_T on d 16 or 5.6 d for those with no detectable INF_T on d 16 (Mann and Lamming, 2001).

Supplementation of progesterone. Supplemental progesterone during the first 4 d after AI increased morphological development and biosynthetic activity of d 14 conceptuses (Garrett *et al.*, 1988) and has the potential to increase embryonic survival. A meta-analysis of 17 progesterone supplementation studies in dairy cows indicated that progesterone supplementation during the first week of pregnancy resulted in an overall increase in pregnancy rate, whereas treatment during the second or third week of pregnancy did not improve pregnancy rates (Mann and Lamming, 1999). Therefore, timing of supplemental progesterone is critical, because d 4 or 5 of gestation is a period when progesterone may alter the secretory activity of the endometrium, thus influencing embryonic growth (Garrett *et al.*, 1988; Geisert *et al.*, 1992). Progesterone supplemented within 2 d after AI, however, increased occurrence of short estrous cycles (Garrett *et al.*, 1988; Van Cleeff *et al.*, 1996; Lynch *et al.*, 1999).

Resynchronization with a progestin increased synchronized return rates of nonpregnant females (Stevenson *et al.*, 2003; Colazo *et al.*, 2006), thereby increasing the number of animals that conceive to AI while maintaining efficient use of labor. Resynchronization with progesterone and estradiol cypionate or estradiol benzoate, however, decreased subsequent conception rates (Stevenson *et al.*, 2003). We demonstrated that supplementation of progesterone via a CIDR insert to postpartum suckled beef cows anytime from d 5 to 21 after TAI failed to enhance fertility (Larson *et al.*, 2009). In addition, although resynchronization of estrus in nonpregnant cows treated with a CIDR enhanced synchrony of estrus and increased the proportion of cows detected in estrus, it also had a negative impact on subsequent conception rates. Therefore, supplementation of progesterone had positive effects on fertility in dairy cows, but seems to have little beneficial effect on enhancing pregnancy rates in beef cattle.

Post-AI treatment with hCG. The ability of hCG to induce accessory CL and increase concentrations of progesterone when administered as a post-AI intervention has been demonstrated. When 3,300 IU hCG was administered to high producing dairy cows on d 5 after estrus, 86% of cows had more than 1 CL present between d 11 and 16 compared with 23% of untreated cows (Santos *et al.*, 2001). In addition, treating dairy cows with hCG on d 5 after estrus (Santos *et al.*, 2001), and dairy heifers on d 7 after AI or ET (Chagas e Silva and Lopes da Costa, 2005) increased concentrations of progesterone determined from d 11 to 16 after treatment by 5 ng/mL compared with untreated females. Increased concentrations of progesterone after hCG also were observed in anestrous dairy cows, beef cows, and beef heifers (Hanlon *et al.*, 2005; Funston *et al.*, 2005; Dahlen *et al.*, 2007; Marquezini *et al.*, 2009).

Effects of hCG on pregnancy rates have been variable. Increased pregnancy rates were detected at d 28, 45, and 90 after AI when lactating dairy cows were treated with hCG on d 5 after estrus (Santos *et al.*, 2001), and when administered once between d 4 and 9 after AI, but only in some of the herds participating in a multi-herd dairy study (Stevenson *et al.*, 2007). When administered on d 6, but not on d 1 of the estrous cycle to Japanese Black beef cattle, 1,500 IU hCG increased pregnancy rates of frozen-thawed embryos transferred on d 7 from 45 to 68%, tended to increase blood progesterone concentration at d 14, and decreased blood estradiol concentrations on d 7 and 14 (Nishigai *et al.*, 2002). In contrast, treating lactating dairy embryo transfer recipients with hCG 5 d after ovulation increased concentrations of progesterone 7 d after treatment, but failed to increase conception rates at d 28 of embryos transferred on d 7 (Galvao *et al.*, 2006). No differences in pregnancy rates were observed after treatment of anestrous dairy cows, beef cows, or beef heifers with hCG compared with untreated females (Funston *et al.*, 2005; Hanlon *et al.*, 2005).

Administration of hCG to dairy heifers on d 5 of the estrous cycle resulted in greater concentrations of progesterone but no difference in pregnancy rate compared with administration of GnRH (Schmitt *et al.*, 1996). Lactating dairy cows treated with both GnRH or 3,300 IU hCG between d 4 and 9 after insemination had a greater proportion of induced CL 7 d after treatment than those treated with saline (Stevenson *et al.*, 2007). However, concentrations of progesterone were only increased in those cows treated with hCG.

A greater proportion of lactating dairy cows treated with hCG upon pregnancy diagnosis (ranging from 26 to 71 d after AI) developed induced luteal structures (50%) than those treated with GnRH (26%), which were greater than those treated with saline (7%; Stevenson *et al.*, 2008). Regardless of treatment administered, cows with elevated concentrations of progesterone upon pregnancy diagnosis were less likely to lose pregnancies than those having reduced concentrations of progesterone (Stevenson *et al.*, 2008). In addition, cows with multiple CL had greater conception rates at d 28 than those having a single CL (Santos *et al.*, 2001).

In beef cows, concentrations of progesterone after TAI were increased in pregnant cows after treatment with hCG and treatment with hCG tended to increase pregnancy rates (Dahlen *et al.*, 2009). Pregnant cows had greater concentrations of progesterone on d 7 after TAI than cows that were not pregnant (Dahlen *et al.*, 2009). Further, treatment with hCG increased volume of luteal tissue on d 14 and concentrations of progesterone on d 14 and 33 after TAI and treatment with hCG tended to increase pregnancy rates at 5 of 6 locations from 1.1 to 27 percentage points (average = 10.2) compared with saline treatment (Dahlen *et al.*, 2009). Taken together, because of its ability to induce multiple CL and consistently increase concentrations of progesterone, hCG may increase pregnancy rates when administered to beef females 7 d after insemination. Because hCG-treated heifers having an accessory CL had greater pregnancy rates than those without an accessory CL (Chagas e Silva and Lopes da Costa, 2005), success of a protocol may depend on efficacy of hCG inducing an accessory CL rather than its effect on the original CL.

New altering concentrations of progesterone before TAI

Prostaglandin $F_{2\alpha}$ (PGF) prior to CIDR insertion. Consistent control of follicular development is essential for the development of estrous synchronization protocols that result in increased conception rates without estrus detection. Gonadotropin-releasing hormone can induce ovulation of dominant follicles >10 mm in diameter (Ryan *et al.*, 1998). However, the ability of an injection of GnRH to induce ovulation is dependent on the stage of the estrous cycle, and across days of the estrous cycle, only 66% of beef cows responded (Geary *et al.*, 2000). Increased concentrations of progesterone have been associated with a decreased GnRH-induced LH surge (Colazo *et al.*, 2008). Among heifers, increased concentrations of progesterone had a negative relationship with area under the GnRH-induced LH curve and ovulatory response (Perry and Perry, 2009), and inducing luteal regression 3 d before an injection of GnRH increased the control of follicular turnover and growth (Grant *et al.*, 2011). Induced ovulation of small follicles at the time of fixed-time AI resulted in decreased pregnancy success (Perry *et al.*, 2005; Sa Filho *et al.*, 2010), but when animals were detected in standing estrus ovulatory follicle size had no impact on pregnancy success (Perry *et al.*, 2005). In addition, cows in estrus at the time of fixed-time AI had increased pregnancy success compared with cows not in estrus (Perry *et al.*, 2005; Sa Filho *et al.*, 2010). At a constant ovulatory follicle size, cows with a longer proestrus had increased concentrations of estradiol and increased pregnancy success compared with cows with a short proestrus (Bridges *et al.*, 2010). Therefore, controlling follicular development to optimize follicle size and estradiol exposure can play an important role in achieving maximum pregnancy success. Therefore, Perry *et al.* (2012) determined that uUsing $PGF_{2\alpha}$ to synchronize the follicular wave before the start of a 6-d CO-Synch TAI protocol improved pregnancy outcomes in beef cows compared with a 5-d CO-Synch (GnRH-1 injection 5 d before and 66 to 70 h after PGF, with GnRH-2 injection given at TAI) + CIDR insertion concurrent with the GnRH-1 injection. Likewise, a larger proportion of heifers exhibited a new follicular wave at the start of

a TAI protocol when they were injected with $PGF_{2\alpha}$ 3 d before the initiation of the protocol (Grant *et al.*, 2011). Lactating dairy cows had better pregnancy outcomes during the summer when they were treated with $PGF_{2\alpha}$ and GnRH (3 d after $PGF_{2\alpha}$ and 7 d before the start of the Ovsynch protocol) than cows whose estrous cycles were presynchronized with two $PGF_{2\alpha}$ injections 14 d apart, with the second $PGF_{2\alpha}$ injection administered 10 d before Ovsynch (Stevenson and Pulley, 2012). Therefore, in two experiments, we (Hill, *et al.*, unpublished data) hypothesized that treatment with PGF or PGF followed by GnRH before the start of the 7-d CO-Synch + CIDR protocol would improve pregnancy outcomes by altering the concentrations of progesterone at the onset of the TAI protocol. In summary, luteal regression and ovulation were enhanced and progesterone concentrations were altered by presynchronization treatments before the 7 d CO-Synch + CIDR program and pregnancy per TAI tended to be improved.

PGF at CIDR insertion. To reduce the handling of females through the handling facility Williams *et al.* (2011) conducted an experiment to determine whether administration of PGF at CIDR insertion of the 5-day CO-Synch+CIDR protocol would enhance fertility compared to those not receiving PGF. Pregnancy rate to TAI was greater in cows receiving PGF (52.4%) than those that did not receive PGF at CIDR insertion (35.7%). Therefore, in two studies we (Mercadante *et al.*, unpublished data) determined the effect of administration of PGF at CIDR insertion during the 7-day CO-Synch+CIDR estrus synchronization protocol on subsequent pregnancy rates of suckled beef cows and replacement heifers. Our results indicated that administration of PGF at CIDR insertion of the CO-Synch+CIDR protocol failed to increase TAI pregnancy rates, but at CIDR removal, decreased concentrations of P4 and tended to increase dominant follicle diameter. Therefore, there may be opportunities to strategically utilize PGF at administration of a protocol to enhance pregnancy rates in beef females.

Summary and conclusions

Use of progestin-based presynchronization before implementation of a TAI protocol for cows and heifers enhances fertility more effectively than other hormonal presynchronization interventions. In contrast, supplementation of a progestin after TAI fails to improve fertility in beef cows, but administration of hCG to induce an accessory CL and increase concentrations of progesterone may effectively enhance pregnancy rates in beef cattle. Development of TAI protocols that reduce the hassle factors associated with ovulation synchronization and AI provide cattle producers efficient and effective tools for improving genetics in their operations. Location variables, however, that may include differences in pasture and diet, breed composition, body condition, postpartum interval, climate, and geographic location, may affect the success of TAI protocols.

Literature cited

- Baruselli, P. S., M. O. Marques, L. F. Nasser, E. L. Reis, and G. A. Bó. 2003. Effect of eCG on pregnancy rates of lactating Zebu beef cows treated with CIDR-B devices for timed artificial insemination. Theriogenology 59:214 (Abstr.)
- Bridges, G. A., L. A. Hesler, D. E. Grum, M. L. Mussard, C. L. Gasser, and M. L. Day. 2010 Influence of the length of proestrus on fertility and endocrine function in female cattle. Anim. Reprod. Sci. 117:208-215.
- Bridges, G. A., L. A. Hesler, D. E. Grum, M. L. Mussard, C. L. Gasser, and M. L. Day. 2008. Decreasing the interval between GnRH and PGF2alpha from 7 to 5 days and lengthening proestrus increases timed-AI pregnancy rates in beef cows. Theriogenology 69:843–851.
- Byerley, D. J., R. B. Staigmiller, J. G. Berardinelli, and R. E. Short. 1987. Pregnancy rates of beef heifers bred either on puberal or third estrus. J. Anim. Sci. 65:645-650.
- Carter, M. L., D. J. Dierschke, J. J. Rutledge, and E. R. Hauser. 1980. Effect of Gonadotropin releasing hormone and calf removal on pituitary-ovarian function and reproductive performance in postpartum beef cows. J. Anim. Sci. 51(4):903-910.
- Chagas e Silva, J., and L. Lopes da Costa. 2005. Luteotrophic influence of early bovine embryos and the relationship between plasma progesterone concentrations and embryo survival. Theriogenology 64:49-60.
- Colazo, M. G., J. P. Kastelic, H. Davis, M. D. Rutledge, M. F. Martinez, J. A. Small, and R. J. Mapletoft. 2008. Effects of plasma progesterone concentrations on LH release and ovulation in beef cattle given GnRH. Domest. Anim. Endocrinol. 34:109–117.
- Colazo, M. G., J. P. Kastelic, R. C. Mainar-Jaime, Q. A. Gavaga, P. R. Whittaker, J. A. Small, M. F. Martinez, R. E. Wilde, D. M. Veira, and R. J. Mapletoft. 2006. Resynchronization of previously timed-inseminated beef heifers with progestins. Theriogenology 65:557-572.
- Copelin, J. P., M. F. Smith, H. A. Garverick, R. S. Youngquist, W. R. McVey, and E. K. Inskeep. 1988. Responsiveness of bovine corpora lutea to prostaglandin $F_{2\alpha}$: comparison of corpora lutea anticipated to have short or normal lifespans. J. Anim. Sci. 66:1236-1245.
- Dahlen, C. R., S. L. Bird, C. A. Martel, KC Olson, J. S. Stevenson, and G. C. Lamb. 2009. Administration of human chorionic gonadotropin (hCG) 7 days after fixed-time (TAI) of suckled beef cows. J. Anim. Sci. 87(Suppl. 2):373. (Abstr.)
- Dahlen, C. R., J. E. Larson, G. Marquezini, and G. C. Lamb. 2007. Effects of human chorionic gonadotropin (hCG) and gonadotropin releasing hormone (GnRH) on follicle and corpus luteum dynamics and concentrations of progesterone in pre-pubertal Angus heifers. J. Anim. Sci. 85(Suppl. 1):648. (Abstr.)
- Day, M. L. 1998. Practical manipulation of the estrous cycle in beef cattle. The Bovine Proceedings 31:51-61.
- Demmers, K. J., K. Derecka, and A. Flint. 2001. Trophoblast interferon and pregnancy. Reproduction 121:41-49.
- Diaz, T., E. J. Schmitt, R. L. de la Sota, M. J. Thatcher, and W. W. Thatcher. 1998. Human chorionic gonadotropin-induced alterations in ovarian follicular dynamics during the estrous cycle of heifers. J. Anim. Sci. 76:1929-1936.
- Duffy, P., M. A. Crowe, E. J. Austin, M. Mihm, M. P. Boland, and J. F. Roche. 2004. The effect of eCG or estradiol at or after norgestomet removal on follicular dynamics, estrus and ovulation in early post-partum beef cows nursing calves. Theriogenology 61:725-734.
- Echternkamp, S. E. 1978. Stimulation of estrogen and luteinizing hormone secretion in postpartum beef cows. J. Anim. Sci. 47:521-531.
- Edwards, S., J. F. Roche, and G. D. Niswender. 1983. Response of suckling beef cows to multiple, low-dose injections of GnRH with or without progesterone pretreatment. J. Reprod. Fertil. 69:65-72.
- Fike, K. E., M. L. Day, E. K. Inskeep, J. E. Kinder, P. E. Lewis, R. E. Short, and H. D. Hafs. 1997. Estrus and luteal function

in suckled beef cows that were anestrous when treated with an intravaginal device containing progesterone with or without a subsequent injection of estradiol benzoate. J. Anim. Sci. 75:2009-2015.

- Foster, J. P., G. E. Lamming, and A. R. Peters. 1980. Short-term relationships between plasma LH, FSH and progesterone concentrations in post-partum dairy cows and the effect of Gn-RH injection. J. Reprod. Fertil. 59:321-327.
- Funston, R. N., R. J. Lipsey, T. W. Geary, and A. J. Roberta. 2005. Effect of administration of human chorionic gonadotropin after artificial insemination on concentrations of progesterone and conception rates in beef heifers. J. Anim. Sci. 83:1403-1405.
- Galvao, K. N., J. E. P. Santos, A. C. Coscioni, S. O. Juchem, R. C. Chebel, W. M. Sischo, and M. Villasenor. 2006. Embryo survival from gossypol-fed heifers and transfer to lactating cows treated with human chorionic gonadotropin. J. Dairy Sci. 89:2056-2064.
- Garcia-Winder, M., P. E. Lewis, D. R. Deaver, V. G. Smith, G. S. Lewis, and E. K. Inskeep. 1986. Endocrine profiles associated with life span of induced corpora lutea in postpartum beef cows. J. Anim. Sci. 62:1353–1362.
- Garcia-Winder, M., P. E. Lewis, E. C. Townsend, and E. K. Inskeep. 1987. Effects of norgestomet on follicular development in postpartum beef cows. J. Anim. Sci. 64:1099-1109.
- Garrett, J. E., R. D. Geisert, M. T. Zavy, and G. L. Morgan. 1988. Evidence for maternal regulation of early conceptus growth and development in beef cattle. J. Reprod. Fertil. 84:437-446.
- Garverick, H. A., J. R. Parfet, C. N. Lee, J. P. Copelin, R. S. Youngquist, and M. F. Smith. 1988. Relationship of pre- and post-ovulatory gonadotropin concentrations to subnormal luteal function in postpartum beef cattle. J. Anim. Sci. 66:104-111.
- Geary, T. W., J. C. Whittier, D. M. Hallford, and M. D. MacNeil. 2001b. Calf removal improves conception rates to the Ovsynch and CO-Synch protocols. J. Anim. Sci. 79:1-4.
- Geisert, R. D., G. L. Morgan, E. C. Short, and M. T. Zavy. 1992. Endocrine events associated with endometrial function and conceptus development in cattle. Reprod. Fertil. Dev. 4:301-305.
- Gordon, K., M. B. Renfree, R. V. Short, and I. J. Clarke. 1987. Hypothalamo-pituitary portal blood concentrations of {beta}-endorphin during suckling in the ewe. J. Reprod. Fertil. 79(2):397-408.
- Grant, J. K., F. M. Abreu, N. L. Hojer, S. D. Fields, B. L. Perry, and G. A. Perry. 2011. Influence of inducing luteal regression before a modified controlled internal drug-releasing device treatment on control of follicular development. J. Anim. Sci. 89:3531–3541.
- Hanlon, D. W., G. M. Jarratt, P. J. Davidson, A. J. Millar, and V. L. Douglas. 2005. The effect of hCG administration five days after insemination on the first service conception rate of anestrous dairy cows. Theriogenology 63:1938-1945.
- Johnson, S. K., R. P. Del Vecchio, E. C. Townsend, and E. K. Inskeep. 1992. Role of prostaglandin $F_{2\alpha}$ in follicular development and subsequent luteal life span in early postpartum beef cows. Domest. Anim. Endocrinol. 9:49-56.
- Johnson, S. K., P. E. Lewis, and E. K. Inskeep. 1991. Steroids and cAMP in follicles of postpartum beef cows treated with norgestomet. J. Anim. Sci. 69:3747-3753.
- Kesler, D. J., T. R. Troxel, and D. L. Hixon. 1980. Effect of days postpartum and exogenous GnRH on reproductive hormone and ovarian changes in postpartum suckled beef cows. Theriogenology 13:287-296.
- Kyle, S. D., C. J. Callahan, and R. D. Allrich. 1992. Effect of progesterone on the expression of estrus at the first postpartum ovulation in dairy cattle. J. Dairy Sci. 75:1456-1460.
- Lamb, G.C., J.E. Larson, C.R. Dahlen, and G. Marquezini. 2007. Fixed-time artificial insemination in replacement beef heifers after treatment with human chorionic gonadotropin (hCG), progesterone, and prostaglandin $F_{2\alpha}$. J. Anim. Sci. 85(Suppl. 1):321. (Abstr.)
- Lamb, G.C., D.W. Nix, J.S. Stevenson, and L.R. Corah. 2000. Prolonging the MGA-prostaglandin alpha interval from 17 to 19 days in an estrus synchronization system for heifers. Theriogenology 53:691-698.
- Lamb, G. C., J. S. Stevenson, D. J. Kesler, H. A. Garverick, D. R. Brown, and B. E. Salfen. 2001. Inclusion of an intravaginal progesterone insert plus GnRH and prostaglandin $F_{2\alpha}$ for ovulation control in postpartum suckled beef cows. J. Anim. Sci. 79:2253-2259.
- Larson, J. E., K. N. Thielen, B. J. Funnell, J. S. Stevenson, D. J. Kesler. G. C. Lamb. 2009. Influence of a CIDR after fixed-time AI on pregnancy rates and returns to estrus of non-pregnant cows. J. Anim. Sci. 87:914-921.
- Lynch, P. R., K. L. Macmillan, and V. K. Taufa. 1999. Treating cattle with progesterone as well as GnRH analogue affects oestrous cycle length and fertility. Anim. Reprod. Sci. 56:189-200.
- Malven, P. V., and R. E. Hudgens. 1987. Naloxone-reversible inhibition of luteinizing hormone in postpartum ewes: Effects of suckling and season. J. Anim. Sci. 65(1): 196-202.
- Mann, G. E. and G. E. Lamming. 2001. Relationship between maternal endocrine environment, early embryo development and inhibition of the luteolytic mechanism in cows. Reproduction 121:175-180.
- Mann, G. E., G. E. Lamming, R. S. Robinson, and D. C. Wathes. 1999. The regulation of interferon-τ production and uterine hormone receptors during early pregnancy. J. Reprod. Fert. Suppl. 54:317-328.
- Marquezini, G., C. R. Dahlen, S. L. Bird, B. J. Funnell, and G. C. Lamb. 2009. Presynchronization with hCG 7 d prior to estrous synchronization and replacement of GnRH with hCG at fixed-time AI (TAI) in suckled beef cows. J. Anim. Sci. 87(E-Suppl. 2):373. (Abstr.)
- Maurer, R. R., and S. E. Echternkamp. 1982. Hormonal asynchrony and embryonic development. Theriogenology 17:11-22.
- Meneghetti, M., O. G. S. Filho, R. F. G. Peres, G. C. Lamb, and J. L. M. Vasconcelos. 2009. Fixed-time artificial insemination with estradiol and progesterone for bos indicus cows I: Basis for development of protocols. Theriogenology. 72(2):179-189.
- Myers, T. R., D. A. Myers, D. W. Gregg, and G. E. Moss. 1989. Endogenous opioid suppression of release of luteinizing hormone during suckling in postpartum anestrous beef cows. Domest. Anim. Endocrinol. 6(3): 183-190.
- Nasser, L. F., E. L. Reis, M. A. Oliveira, G. A. Bo, P. S. Baru-

selli. 2004. Comparison of four synchronization protocols for fixed-time bovine embryo transfer in Bos indicus x Bos Taurus recipients. Theriogenology 62:1577-1584.

- Niasari-Naslaji, A., D. Jillella, D. Fenwick, J. E. Kinder, and M. J. D'Occhio. 1996. Estrus synchronization and fertility after the control of formation and regression of the corpus luteum, and emergence of the ovarian dominant follicle in cattle. Theriogenology 46:1451-1465.
- Nishigai, M., H. Kamomae, T. Tanaka, and Y. Kaneda. 2002. Improvement of pregnancy rate in Japanese Black cows by administration of hCG to recipients of transferred frozen-thawed embryos. Theriogenology 58:1597-1606.
- Odde, K. G., G. H. Kiracofe, and R. R. Schalles. 1986. Effect of forty-eight-hour calf removal, once- or twice-daily suckling and norgestomet on beef cow and calf performance. Theriogenology. 26(3):371-381.
- Perry, R. A., L. R. Corah, G. H. Kiracofe, J. S. Stevenson, and W. E. Beal. 1991. Endocrine changes and ultrasonography of ovaries in suckled beef cows during resumption of postpartum estrous cycles. J. Anim. Sci. 69:2548-2555. Perry, G. A., B. L. Perry, J. H. Krantz, and J. Rodgers. 2012. Influence of inducing luteal regression before a modified fixed-time artificial insemination protocol in postpartum beef cows on pregnancy success. J. Anim. Sci. 90:489-494.
- Perry, G. A., M. F. Smith, M. C. Lucy, J. A. Green, T. E. Parks, M. D. MacNeil, A. J. Roberts, and T. W. Geary. 2005. Relationship between follicle size at insemination and pregnancy success. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 102:5268-5273.
- Perry, G. A., M. F. Smith, A. J. Roberts, M. D. MacNeil, and T. W. Geary. 2007. Relationship between size of ovulatory follicle and pregnancy success in beef heifers. J. Anim. Sci. 85:684-689.
- Perry, G. A., M. F. Smith, T. W. Geary. 2004. Ability of intravaginal progesterone inserts and melengestrol acetate to induce estrous cycles in postpartum beef cows. J. Anim. Sci. 82:695-704.
- Perry, G. A., M. F. Smith, M. C. Lucy, J. A. Green, T. E. Parks, M.D. Macneil, A. J. Roberts, and T. W. Geary. 2005. Relationship between follicle size at insemination and pregnancy success. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 102:5268–5273.
- Peters, A. R. 1982. Calving intervals of beef cows treated with either gonadotrophin releasing hormone or a progesterone releasing intravaginal device. Vet. Rec. 110:515-517.
- Pratt, B. R., J. G. Berardinelli, L. P. Stevens, and E. K. Inskeep. 1982. Induced corpora lutea in the postpartum beef cow. I. Comparison of gonadotropin releasing hormone and human chorionic gonadotropin and effects of progestogen and estrogen. J. Anim. Sci. 54:822-829.
- Ramirez-Godinez, J. A., G. H. Kiracofe, R. M. McKee, R. R. Schalles, and R. J. Kittok. 1981. Reducing the incidence of short estrous cycles in beef cows with norgestomet. Theriogenology 15:613-623.
- Ryan, M., M. Mihm, and J. F. Roche. 1998. Effect of GnRH given before or after dominance on gonadotrophin response and fate of that follicle wave in postpartum dairy cows. J. Reprod. Fertil. Abstr. Ser. 21: Abstr. 61.
- Sá Filho, O. G., W. W. Thatcher, and J. L. M. Vasconcelos. 2009. Effect of progesterone and/or estradiol treatments prior to induction of ovulation on subsequent luteal lifespan in anestrous nelore cows. Anim. Reprod. Sci. 112(1-2):95-106.
- Santos, J. E. P, W. W. Thatcher, L. Pool, and M. W. Overton. 2001. Effects of human chorionic gonadotropin on luteal function and reproductive performance of high-producing lactating Holstein dairy cows. J. Anim. Sci. 79:2881-2894.
- Schmitt, E. J., T. Diaz, C. M. Barros, R. L. de la Sota, M. Drost, E. W. Fredriksson, C. R. Staples, R. Thorner, and W. W. Thatcher. 1996. Differential response of the luteal phase and fertility in cattle following ovulation of the first-wave follicle with human chorionic gonadotropin or an agonist of gonadotropin-releasing hormone. J. Anim. Sci. 74:1074-1083.
- Sheffel, C. E., B. R. Pratt, W. L. Ferrell, and E. K. Inskeep. 1982. Induced corpora lutea in the postpartum beef cow. II. Effects of treatment with progestogen and gonadotropins. J. Anim. Sci. 54:830-836.
- Short, R. E., R. A. Bellows, R. B. Staigmiller, J. G. Berardinelli, and E. E. Custer. 1990. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. J. Anim. Sci. 68:799-816.
- Smith, M. F., A. W. Lishman, G. S. Lewis, P. G. Harms, M. R. Ellersieck, E. K. Inskeep, J. N. Wiltbank, and M. S. Amoss. 1983. Pituitary and ovarian responses to gonadotropin releasing hormone, calf removal and progestogen in anestrous beef cows. J. Anim. Sci. 57:418-424.
- Stevenson, J. S., D. P. Hoffman, D. A. Nichols, R. M. McKee, and C. L. Krehbiel. 1997. Fertility in estrus-cycling and noncycling virgin heifers and suckled beef cows after induced ovulation. J. Anim. Sci. 75:1343-1350.
- Stevenson, J. S., S. K. Johnson, and G. A. Milliken. 2003. Symposium Paper: Incidence of postpartum anestrus in suckled beef cattle: Treatments to induce estrus, ovulation, and conception. Prof. Anim. Sci. 19:124-134.
- Stevenson, J. S., M. A. Portaluppi, D. E. Tenhouse, A. Lloyd, D. R. Eborn, S. Kacuba, and J. M. DeJarnette. 2007. Interventions after artificial insemination: conception rates, pregnancy survival, and ovarian response to gonadotropin-releasing hormone, human chorionic gonadotropin, and progesterone. J. Dairy Sci. 90:331-340.
- Stevenson, J. S., and S. L. Pulley. 2012a. Pregnancy per artificial insemination after presynchronizing estrous cycles with the Presynch-10 protocol or prostaglandin $F_{2\alpha}$ injection followed by gonadotropin-releasing hormone before Ovsynch-56 in 4 dairy herds of lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 95:6513-6522.
- Stevenson, J. S., K. E. Thompson, W. L. Forbes, G. C. Lamb, D. M. Grieger, and L. R. Corah. 2000. Synchronizing estrus and(or) ovulation in beef cows after combinations of GnRH, norgestomet, and prostaglandin $F_{2\alpha}$ with or without timed insemination. J. Anim. Sci. 78:1747-1758.
- Stevenson, J. S., S. M. Tiffany, and E. Inskeep. 2008. Maintenance or pregnancy in dairy cattle after treatment with human chorionic gonadotropin or gonadotropin-releasing hormone. J. Anim. Sci. 91:3092-3101.
- Thompson, K. E., J. S. Stevenson, G. C. Lamb, D. M. Grieger, and C. A. Loest. 1999. Follicular, hormonal, and pregnancy responses of early postpartum suckled beef cows to GnRH, norgestomet, and prostaglandin$F_{2\alpha}$. J. Anim. Sci. 77:1823-1832.
- Troxel, T. R., L. C. Cruz, R. S. Ott, and D. J. Kesler. 1993. Norgestomet and gonadotropin-releasing hormone en-

hance corpus luteum function and fertility of postpartum suckled beef cows. J. Anim. Sci. 71:2579-2588.

- Troxel, T. R. and D. J. Kesler. 1984. The effect of progestin and GnRH treatments on ovarian function and reproductive hormone secretions of anestrous postpartum suckled beef cows. Theriogenology 21:699-714.
- Twagiramungu, H., L. A. Guilbault, and J. J. Dufour. 1995. Synchronization of ovarian follicular waves with a Gonadotropin-releasing hormone agonist to increase the precision of estrus in cattle: A review. J. Anim. Sci. 73:3141-3151.
- Twagiramungu, H., L. A. Guilbault, J. Proulx, R. Ramkumar, and J. J. Dufour 1994. Histological populations and atresia of ovarian follicles in postpartum cattle treated with an agonist of gonadotropin-releasing hormone. J. Anim. Sci. 72:192-200.
- Van Cleeff, J., K. L. Macmillan, M. Drost, and W. W. Thatcher. 1996. Effects of administering progesterone at selected intervals after insemination of synchronized heifers on pregnancy rates and resynchronization of returns to estrus. Theriogenology 4:1117-1130.
- Webb, R., G. E. Lamming, N. B. Haynes, H. D. Hafs, and J. G. Manns. 1977. Response of cyclic and postpartum suckled cows to injections of synthetic LH-RH. J. Reprod. Fert. 50:203-210.
- Wheaton, J. E., and G. C. Lamb. 2007. Induction of cyclicity in postpartum anestrous beef cows using progesterone, GnRH and estradiol cypionate (ECP). Anim. Reprod. Sci. 102:208-216.
- Williams, G. L., J. Kotwica, W. D. Slanger, D. K. Olson, J. E. Tilton, and L. J. Johnson. 1982. Effect of suckling on pituitary responsiveness to gonadotropin-releasing hormone throughout the early postpartum period of beef cows. J. Anim. Sci. 54:594-602.
- Williams, G., R. Stanko, C. Allen, R. Cardoso, L. Prezotto, J. Thorson, and M. Amstalden. 2011. Evidence that prostaglandin administration at the onset of a 5-day CO-Synch + CIDR synchronization protocol markedly improves fixed-time AI pregnancy rates in *Bos indicus*-influenced cattle. J. Anim. Sci. 89 (E-Suppl. 1):251(Abstr.)
- Yavas, Y., W. H. Johnson, and J. S. Walton. 1999. Modification of follicular dynamics by exogenous FSH and progesterone, and the induction of ovulation using hCG in postpartum beef cows. Theriogenology 52:949-963.

EL CONTROL DE LA PARATUBERCULOSIS. ¿POR QUÉ NO CONTAMOS TAMBIÉN CON LA VACUNACIÓN?

Joseba Garrido, Natalia Elgezabal, Marta Alonso, Iker A. Sevilla

Introducción

La paratuberculosis o enfermedad de Johne es una enfermedad infecciosa producida por *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (Map). Aunque se ha descrito en diferentes especies de monogástricos, afecta principalmente a los rumiantes domésticos y silvestres (Chiodini *et al.*, 1984).

Como características especiales de esta micobacteria están el largo periodo de incubación necesario para su crecimiento debido a su bajo ritmo de multiplicación, los requerimientos especiales en los medios de cultivo y su capacidad para resistir la decoloración con alcohol ácido que es lo que permite aplicar tinciones especiales. Sin embargo, lo más llamativo es la elevada resistencia de Map fuera del hospedador. Son muchos los trabajos que en su día se llevaron a cabo y algunos de ellos hablan de que Map mantiene su viabilidad en purines hasta 284 días (Jorgensen, 1977) y 163 días en agua de río (Lowel *et al.*, 1944).

La principal vía de excreción de Map es con las heces por lo que la transmisión fecal oral es la predominante. Los animales más propensos a la infección son los más jóvenes, principalmente durante los primeros 6-12 meses de vida. Esto es debido a que durante este tiempo el intestino delgado está recubierto por tejido linfoide formando una Placa de Peyer continua. Con el tiempo este tejido linfoide se va retrayendo y sólo quedan unas pocas Placas a lo largo del intestino delgado. Este tejido es especialmente permeable y facilita la entrada de Map.

A pesar de que los animales se infectan a edad temprana los signos clínicos no aparecen hasta los 24-36 meses de edad, coincidiendo con el parto en el caso de las hembras. Sin embargo, no todos los animales infectados llegan a presentar signos de la enfermedad. La respuesta de los animales ante la infección es variable y hay animales en los que la infección persiste de forma latente con o sin excreción de Map, y otros incluso llegan a superarla (Clarke, 1997; Sweeney, 2011; Pérez *et al.*, 2012; Koets, 2015). Esto puede estar modulado por la respuesta inmune innata y la adquirida (Koets *et al.*, 2015), que tienen capacidad de solaparse, pero también pueden interaccionar para potenciar su efecto. Los signos clínicos asociados a las fases avanzadas de la paratuberculosis son bien conocidos por todos, diarrea continua, pérdida de peso, pérdida de producción de leche y edema submandibular. Sin embargo, en las fases más tempranas, en la denominada fase subclínica los síntomas son más inespecíficos, observándose habitualmente diarrea intermitente, y producción de leche y estado corporal inferior a lo esperado. En estos casos no quedaría más remedio que recurrir al diagnóstico laboratorial.

Las técnicas laboratoriales más usadas son el ELISA a partir de muestras de suero y la PCR a partir de muestras de heces. Aun hoy en día, el cultivo sigue siendo la técnica de referencia, pero resulta laboriosa y requiere largos periodos de incubación que hacen que cada vez esté más en desuso. Como ventaja, el aislamiento de las cepas permite profundizar en la epidemiología de los casos. Actualmente las cepas de Map se agrupan en dos genotipos principales: cepas ovinas (también llamados "tipo S" o "tipo I y III") y cepas bovinas (también llamados "tipo C" o "tipo II") (Collins *et al.*, 1990; Stevenson *et al.*, 2002). Sin embargo, es importante saber que aunque las cepas tengan más afinidad por una especie concreta es común encontrar cepas ovinas en ganado bovino y sobre todo cepas bovinas infectando al ganado ovino. El valor predictivo de estas técnicas está influenciado por el espectro inmunopatológico de la paratuberculosis. Así, en las fases iniciales de la infección resulta difícil detectar a los animales infectados ya que tanto la tasa de anticuerpos como la carga bacteriana en heces son bajas e incluso intermitentes (Collins *et al.*, 2006; Whitlock *et al.*, 2007). Por este motivo, en la actualidad uno de los objetivos de los grupos de investigación es la búsqueda de nuevos biomarcadores que permitan detectar la infección en fases tempranas.

Se trata de una enfermedad de difusión mundial que afecta principalmente a las explotaciones de producción intensiva como son la gran mayoría en los países desarrollados. Resulta difícil establecer comparaciones entre las prevalencias de los distintos países ya que la metodología aplicada para la detección de los animales infectados es muy diversa, tal y como se puede comprobar al revisar la bibliografía existente. Estudios llevados a cabo en Holanda y Dinamarca pusieron de manifiesto que entre el 60% el 70% de las explotaciones lecheras estaban afectadas por esta enfermedad (Bakker, 1999, Nielsen *et al.*, 2000). Sin embargo, un estudio reciente pendiente de publicación, basado en datos de 48 países de todo el mundo, estima que la prevalencia a nivel de rebaño en el global de los países participantes es del 20% y cuando se tienen en cuenta sólo los países desarrollados alcanza el 40% (Whittington *et al.*, 2019 aceptado).

La paratuberculosis causa grandes pérdidas económicas al sector ganadero como resultado de: la reducción de la producción de leche, el aumento de los sacrificios de animales con mala condición corporal, la reducción de la fertilidad, así como la mayor incidencia de otras patologías como mamitis o infertilidad en las explotaciones afectadas (Bakker *et al.*, 2000; Whittington y Sergeant, 2001). El impacto económico es difícil de calcular, así, estimaciones realizadas en Estados Unidos varían entre 200 y 1500 millones de dólares anuales, dependiendo del estudio (Harris y Barletta, 2001; Ott *et al.*, 1999). Además, en función de los estudios la pérdida por vaca lechera oscila entre las 147 dólares estimados en el Reino Unido (Stott *et al.*, 2005), pasando por las 243 dólares estimados en Escocia (Shrestha *et al.*, 2018) y las 252 dólares mencionados por Ott *et al.* (1999) en Estados Unidos.

Todo esto ha hecho que a lo largo del tiempo se hayan implementado planes de mayor o menor envergadura, pero todavía son mayoría los países en los que no existe un programa de control oficial unificado.

Control de la paratuberculosis

Las estrategias de control de la enfermedad se han basado históricamente en tres aspectos, como son la mejora del manejo, la detección y eliminación de positivos a las técnicas laboratoriales, y finalmente la vacunación. Un punto a tener en cuenta en el momento de establecer un plan es el objetivo que

queremos conseguir, ¿la erradicación de Map o el control de la enfermedad? El coste, el tiempo y los recursos necesarios en general son muy distintos, por lo que hay que tener muy claro qué se quiere y lo que se puede poner encima de la mesa para poder conseguirlo.

Manejo

La mejora de las medidas de manejo debe ir encaminadas a reducir la transmisión de Map desde los animales excretores a los animales más jóvenes (Goodger el at., 1996). Conociendo que la principal vía de excreción de Map es con las heces y en menor medida a través del calostro y de la leche, nadie va a saber mejor que el ganadero y el Veterinario de explotación cómo cortar ese flujo de transmisión. El principal problema es la contaminación de comederos y bebederos de forma directa o indirecta a través de maquinaria, cubos o incluso las botas del personal. A nivel general se recomienda la separación inmediata de las terneras de su madre y alimentar con calostro y leche de animales negativos. Esta separación de los animales jóvenes habría que mantenerla hasta los 12 meses de edad preferiblemente. Es importante que las novillas no utilicen pastos abonados con los purines de las adultas. Extremar estas medidas implica en muchos casos la duplicidad de equipos e instalaciones y el cambio en las rutinas de trabajo. Siempre debería manejarse primero la recría para pasar posteriormente a los parques de las adultas. En grandes explotaciones con personal específico para cada lote de animales no supone un problema pero en la mayoría de las explotaciones, que son manejadas por una o dos personas, esto es un inconveniente y requiere ser extremadamente meticuloso. En el caso del ganado de carne esto todavía es más complicado. La implementación de estos cambios redunda no sólo en la paratuberculosis sino que son beneficiosos a nivel general pero los resultados son lentos y el ganadero normalmente desiste antes de alcanzar el objetivo.

Una línea cada vez más explorada es el uso de marcadores genéticos para mejorar la resistencia a la infección por Map. Nuestro grupo ha llevado a cabo un estudio en el que se han analizado 24 SNPs en seis genes (NOD2, CD209, SLC11A1, SP110, TLR2 and TLR4) sobre muestras de 502 vacas frisonas sacrificadas en matadero y caracterizadas fenotípicamente frente a paratuberculosis mediante técnicas serológicas, microbiológicas e histopatológicas. Este estudio nos permitió concluir que, a pesar del limitado número de SNPs tenidos en cuenta y lo limitado de la muestra, había una combinación de cinco SNPs (CD209, SLC11A1, TLR2, SP1101 y SP1102) que podrían estar relacionados con la resistencia a la infección por Map (Juste *et al.*, 2018). Es posible que en un futuro algunas explotaciones puedan utilizar esta estrategia en el control de la enfermedad.

Detección y eliminación

Esta es la estrategia más ampliamente utilizada. En la gran mayoría de los casos el objetivo marcado fue la erradicación y son pocos los casos de éxito a nivel de planes regionales o nacionales. Requiere una fuerte inversión económica tanto por los costes laboratoriales como por la necesidad de sacrificar los animales positivos. En cualquier caso su efectividad en el control de la enfermedad ha sido demostrada en base a la reducción del número de animales sintomáticos y excretores. Su limitación, tal y como se ha mencionado anteriormente, está asociada a la patogenia de la enfermedad, que dificulta la detección de animales infectados en las fases iniciales.

La técnica ELISA es frecuentemente utilizada en los planes de detección y eliminación. Se trata de una técnica económica y automatizable que permite manejar grandes volúmenes de muestras al mismo tiempo. Sin embargo, la detección de anticuerpos frente a Map no está siempre asociado a la excreción de la micobacteria, ni a la evolución de la lesiones hacia tipos más avanzados que aboquen al animal a la presentación de signos clínicos. Por esta razón, siempre es recomendable confirmar la excreción de Map mediante PCR de heces en los animales reaccionantes a ELISA, ya que si el animal no presenta síntomas clínicos y no es excretor podría continuar su vida productiva sin suponer un riesgo para los demás individuos de la explotación. Esta PCR adicional implica un mayor gasto, pero se ve ampliamente compensado al alargar la vida productiva del animal.

En cuanto a las técnicas microbiológicas, el cultivo, considerado la técnica de referencia, ha dado paso a las técnicas de PCR. El motivo ha sido el elevado periodo de incubación que requiere el cultivo, hasta 20 semanas, lo que hacía que en muchas ocasiones para cuando se emitían los informes laboratoriales el animal había alcanzado las fases finales de la enfermedad y había sido sacrificado. Actualmente se considera que el límite de detección de la PCR es similar o incluso mejor que el del cultivo, situándose por debajo de las 50 micobacterias por gramo de heces (Sevilla *et al.*, 2014). En teoría, esta técnica detecta animales en fases más tempranas de la enfermedad, antes de que se haya producido el desarrollo de los anticuerpos (Bastida y Juste 2011). Se trata de una técnica cara, que requiere mayor cualificación técnica pero rápida y automatizable en algunos de sus pasos. Es efectiva en la reducción del número de animales sintomáticos y excretores. Con el fin de optimizar los recursos y teniendo en cuenta la epidemiología de la paratuberculosis en los muestreos de explotaciones problemáticas se recomienda la toma de muestras en animales mayores de 24 meses.

Vacunación

Esta es sin duda la estrategia más eficiente teniendo en cuenta la relación coste-beneficio. En ganado ovino es utilizada en muchos países siendo el caso de Australia el más conocido. Permite una rápida reducción de la aparición de los casos clínicos y del número de excretores, así como la carga de micobacterias eliminada por estos (Bastida y Juste, 2011). La vacunación no evita que los animales se infecten sino que actúa sobre la potenciación del sistema inmune y hace que en caso de producirse la infección las lesiones queden delimitadas, formas focales o multifocales, sin llegar a lesiones más extendidas, denominadas difusas, ya que cuando se producen éstas es cuando los animales presentan los signos evidentes de enfermedad. Si se opta por un plan de control basado en la vacunación hay que ser consciente que el objetivo no puede ser la erradicación de Map. El objetivo tiene que ser el control, que los animales sean capaces de contener la infección con formas lesionales locales y que continúen su vida productiva sin ser un problema para el ganadero. La utilización de la vacunación con el objetivo de conseguir una rápida erradicación de la enfermedad ha hecho que planes con muy buenos resultados fuesen abandonados porque se seguían detectando animales excretores (Bastida y Juste, 2011). En la actualidad las vacunas disponibles son inactivadas y no están marcadas, por lo que no existe la posibilidad de hacer un diagnóstico DIVA. Ante esta situación las técnicas serológicas pierden su utilidad, ya que entre el 10 y 40% de los animales vacunados, en función del tiempo transcurrido desde la vacunación y de la edad a la que se aplicó la vacuna, presentan anticuerpos frente a Map. Ante esta situación sólo queda recurrir al diagnóstico microbiológico para el análisis de los casos sospechosos que puedan aparecer. Pero sin lugar a dudas, lo que más ha limitado un uso más amplio de la vacunación frente a Map ha sido la posible interferencia con las pruebas utilizadas en las Campañas Oficiales de Erradicación de la Tubercu-

losis. Sin embargo, esta interferencia es muy limitada cuando se utiliza la Intradermorreacción (IDR) comparativa utilizando PPD aviar y PPD bovina (Garrido *et al.*, 2013). En cualquier caso, nuestro grupo está inmerso en el ensayo de nuevos prototipos vacunales y rutas de vacunación utilizando los modelos leporino y de cobaya, que se utilizan para los estudios de protección e interferencia respectivamente, con el fin de tratar de solventar este inconveniente (Arrazuria *et al.*, 2019, enviado).

En el País Vasco se está llevando a cabo un ensayo de campo que empezó en 2005 en el que se comparan dos estrategias de control, detección y eliminación vs vacunación, en el que participan 8 y 21 rebaños respectivamente. Este ensayo comenzó previa solicitud cursada a la AEMPS y al MAGRAMA y bajo la supervisión de los Servicios de Ganadería de la Diputaciones Forales. La grave situación económica que estaban sufriendo las explotaciones debido a la paratuberculosis junto con la baja prevalencia de tuberculosis en la comunidad hizo que este ensayo se llevase a cabo. El principal requisito que debían cumplir las explotaciones para ser incluidas en el estudio es que estuviesen libres de tuberculosis durante los cinco años previos al inicio. En un primer momento se vacunaron todos los efectivos de las explotaciones del grupo vacunado y posteriormente la recría anual utilizando una vacuna inactivada (Silirum, CZ Vaccines, Porriño, Pontevedra). Todas las explotaciones se someten a muestreos de sangre y heces anuales para poder comparar los resultados de excreción y la tasa de anticuerpos entre las dos estrategias de control. Además, se recogen los resultados de la IDR comparativa llevada a cabo por los equipos oficiales de saneamiento. En estos momentos se disponen de más de 15.000 registros de ELISA y PCR, y de cerca de 20.000 registros de IDR de las explotaciones en seguimiento.

Durante la exposición se presentarán los resultados observados hasta la actualidad pero lo más reseñable es que el porcentaje de reaccionantes a la IDR comparativa en las explotaciones vacunadas es del 0,23%, porcentaje que se ve reducido hasta el 0,15% en los animales vacunados con menos de 6 meses.

	n	%IDR S	%IDR C
Control	6.025	0,79	0,02
Vacunado	13.654	12,34	0,23

Tabla 1. Resultados de IDR simple (% IDR S) e IDR comparada (%IDR C) en las explotaciones en seguimiento. Control: Explotaciones sometidas a detección y eliminación

Respecto a la reducción del porcentaje de excretores ambas estrategias probaron su efectividad aunque a un coste muy diferente ya que las explotaciones del grupo control estaban obligadas al sacrificio de los animales positivos a las pruebas laboratoriales. En ambas estrategias la reducción de excretores en el primer año fue superior al 70%. Sin embargo, el grupo vacunado presentó una mayor reducción en los años posteriores. Así, de las 12 explotaciones vacunadas que llevan más de seis años integradas en el estudio ocho no han presentado excretores en cinco muestreos consecutivos.

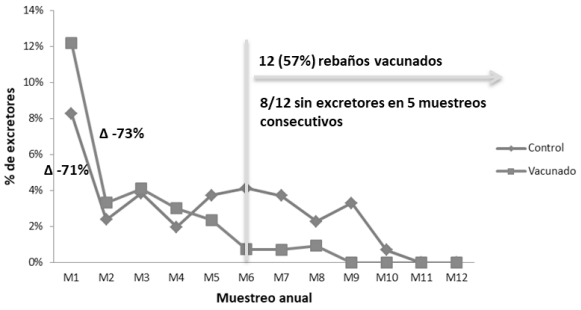


Figura 1. Porcentaje de excretores observado en el conjunto de las explotaciones en los muestreos anuales (M) en función de la estrategia seguida. Control: Explotaciones sometidas a detección y eliminación. Δ: Incremento.

Con los resultados observados en este ensayo se puede concluir que tanto el diagnóstico y eliminación como la vacunación son efectivas en el control de la paratuberculosis, pero que la vacunación es la más eficiente teniendo en cuenta la relación coste-beneficio. La prueba de la IDR comparada solventa en gran medida el problema de la interferencia con el diagnóstico de la tuberculosis. El sacrificio de animales debido a esta interferencia se vería compensado ampliamente por el beneficio que supone el control de la paratuberculosis. En la elección de una u otra estrategia debe tenerse en cuenta la situación epidemiológica frente a la tuberculosis, cuya erradicación debe priorizarse, y la situación económica de las explotaciones. Hay que tener en cuenta que los programas basados en la detección y eliminación son muy costosos económicamente hablando tanto por el coste de los análisis laboratoriales como por el sacrificio de los animales positivos, coste que pocos ganaderos pueden mantener en el tiempo.

Si alguien está interesado en la bibliografía la puede solicitar a Joseba Garrido jgarrido@neiker.eus.

EPIDEMIOLOGÍA Y DIAGNÓSTICO DE LA TUBERCULOSIS. FAUNA SILVESTRE Y ALGO MÁS

Joseba Garrido, Marta Barral e Iker A. Sevilla

La tuberculosis es una enfermedad infecciosa causada por bacterias pertenecientes al complejo *Mycobacterium tuberculosis* (CMT) dentro del cual se encuentran *M. tuberculosis*, *M. bovis*, *M. bovis BCG*, *M. caprae*, *M. microti*, *M. pinnipedii*, *M. canettii, M. africanum, M. mungi, M. suricattae, M. orygis* y *Dassie bacillus.*

En el caso del ser humano, el principal agente etiológico de la enfermedad es *Mycobacterium tuberculosis* a pesar de que otras especies del complejo también son capaces de infectar al hombre. La incidencia de TB humana en Europa se ha reducido lenta pero sostenidamente en el periodo 2007-2016, pasando de 47 casos por cada 100.000 habitantes a 32. Actualmente la especie responsable del 0,4% de esos casos es *M. bovis*, principal agente de la TB animal que además tiene el mayor rango de hospedadores del complejo. (EFSA y ECDC, 2018). En el caso de España, en 2016 se informó de la detección de 1.216 casos de tuberculosis humana, de los cuales el 0,74% fueron debidos a *M. bovis* (Informe anual del Sistema de Información Microbiológica 2016). Sin embargo, la erradicación de la tuberculosis animal, que en un primer momento surgió como una necesidad por su carácter zoonósico hoy en día se mantiene principalmente porque se considera un problema económico y comercial. Según EFSA, actualmente el riesgo de transmisión de *M. bovis* a través de la leche o los productos lácteos se considera insignificante en los países desarrollados debido a la pasteurización y la misma consideración merece la transmisión por el consumos de carne (Comisión Técnica EFSA BIOHAZ (Comisión Técnica de Peligros Biológicos de la EFSA), 2013).

Históricamente se ha considerado la transmisión directa por vía aerógena la principal vía de transmisión del agente etiológico de la TB animal en la especie bovina. Sin embargo, se ha demostrado que la transmisión indirecta por vía oral a través de comida o bebida contaminada es posible, aunque menos eficiente que la primera (Domingo *et al.*, 2014). Además, en base a los resultados obtenidos en infecciones experimentales llevadas a cabo sobre un número reducido de terneros, la ruta de entrada oral se asocia con un retraso en el tiempo de respuesta a las pruebas in vivo utilizadas en el diagnóstico de la tuberculosis, con un desarrollo de las lesiones más lento y con la localización de éstas principalmente en la región abdominal (Serrano *et al.*, 2018).

Al igual que en al caso de MAP, las bacterias causantes de la tuberculosis son resistentes en el medio ambiente, lo que es muy importante en la transmisión indirecta de la infección entre animales de la misma o de diferentes especies. En áreas con alta prevalencia de TB, Santos *et al.* (2015) detectaron ADN de CMT en muestras de barro (22%) y de agua (5%), en muestras de suelo junto a los comederos (18%) y suelo hociqueado por el jabalí (25%). La transmisión directa requiere una alta proximidad entre los individuos. Esta situación la podemos encontrar entre individuos de la misma especie pero no entre animales de especies distintas y mucho menos entre ganado y fauna silvestre, por lo que resulta imprescindible la implementación de todas las medidas de bioseguridad que estén a nuestro alcance, tanto técnico como económico, para evitar estos contactos.

Entre las micobacterias pertenecientes al CMT existe más de un 99% de homología genética pero su preferencia o facilidad de adaptación a los hospedadores es variable. Hay especies como *M. bovis* y *M. caprae* que pueden infectar fácilmente tanto al hombre y al ganado como a las especies silvestres, lo que facilita su transmisión. Entre las especies ganaderas más afectadas se encuentran la bovina y la caprina, pero se han descrito casos de tuberculosis ovina en explotaciones no muy profesionalizadas en las que las ovejas compartían instalaciones con vacas y/o cabras (Muñoz Mendoza *et al.*, 2012, 2016) y también en ganado porcino. En España, entre las especies silvestre destaca el papel que juegan como reservorio el jabalí y el ciervo principalmente, aunque hay estudios, que al igual que en el Reino Unido, señalan al tejón como un reservorio a tener en cuenta (Balseiro *et al.*, 2011). La prevalencia observada en fauna silvestre es variable entre comunidades e incluso comarcas, estando relacionada con la densidad de la población y su sistema de gestión. En un estudio llevado a cabo en Ciudad Real, la prevalencia media de tuberculosis observada en el periodo 2000-2012 en jabalí y ciervo fue del 59% y del 9,4%, respectivamente, de los cuales el 51,8% y 31,3% de los casos detectados presentaban tuberculosis generalizada (Vicente *et al.*, 2013). Sin embargo, estas prevalencias están muy alejadas de las observadas en la zona norte, donde en un estudio llevado a cabo en Galicia y Asturias sobre 2.067 jabalíes en el periodo 2008-2012 encontraron una prevalencia del 2,6% mediante cultivo, de los cuales el 16,7% presentaron tuberculosis generalizada (Muñoz-Mendoza *et al.*, 2013)

La prevalencia observada a lo largo de los años en ganado bovino está disponible en la web del Ministerio de Agricultura, Alimentación y medio Ambiente (www.mapa.gob.es). El objetivo marcado en ganado bovino es la erradicación de la tuberculosis y esto supone mantenerse por debajo del 0,1% de rebaños infectados por año durante 6 años consecutivos, lo cual es realmente complicado teniendo en cuenta la epidemiología de la enfermedad.

Los datos recogidos en 2017 indicaron que el 3% de los rebaños investigados fueron positivos, pero la distribución no fue homogénea. Mientras algunas comunidades han logrado la erradicación de la tuberculosis o se encuentran cerca de conseguirlo, otras tienen prevalencias a nivel de rebaño superiores al 10%. Estas prevalencias tan altas se observan en el cuadrante suroeste de la península donde coinciden alta densidad de fauna silvestre y alta producción ganadera en sistemas extensivos.

Las técnicas de diagnóstico sobre las que se sustenta principalmente el plan de erradicación de la tuberculosis es la intradermorreacción (IDR) utilizando como antígeno la PPD bovina. Los animales reaccionantes deberán ser sacrificados para tratar de confirmar la infección mediante cultivo microbiológico. Según indica el Programa Nacional de Erradicación, una vez confirmada la positividad se procederá a la utilización de las pruebas de IDR simple y de cuantificación de la liberación de gamma-interferón (IFNγ) en paralelo al menos en la primera repetición que se realice tras la prueba de detección positiva, metodología que debe mantenerse hasta que continúe confirmándose la infección en los animales sacrificados. Tanto la IDR como el IFNγ

son técnicas que se basan en la detección de la respuesta inmune celular (CMI) que es la que se produce en las primeras fases de la infección y que va desapareciendo según transcurre el tiempo (Figura 1).

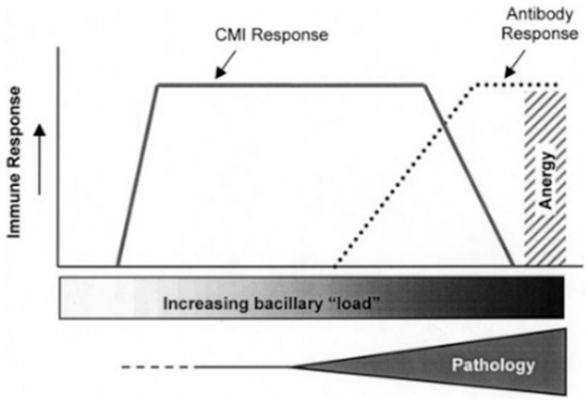


Figura 1. Evolución de la respuesta inmune, de las lesiones y de la carga bacteriana en la infección por *M. bovis* (Pollock y Neil, 2002)

Por esta razón, es recomendable, en las explotaciones en las que se haya confirmado la infección, recurrir a la detección de la respuesta humoral (RH) mediante la detección de anticuerpos con la técnica ELISA, si bien esta técnica no tiene carácter oficial. En una explotación positiva se pueden encontrar animales en diferentes estadios de la infección, por lo que es posible que haya animales en los que en su momento no se detectó respuesta CMI, que en la actualidad esta respuesta haya desaparecido y que la única respuesta inmune que presentan es la respuesta humoral. La detección de estos animales es fundamental porque por mucho que se insista con la IDR y el IFNγ, éstos no serán reaccionantes a estas técnicas y mantendrán la infección en la explotación. La respuesta humoral también acabará desapareciendo en las fases más avanzadas de la infección, el animal no presentará ningún tipo de respuesta inmune y será considerado como anérgico.

Ninguna de las pruebas actualmente disponibles para el diagnóstico de la tuberculosis bovina es perfecta, si bien es cierto que con estas mismas herramientas otros países en condiciones similares consiguieron erradicar la tuberculosis bovina. Son muchos los trabajos que se pueden encontrar en relación a la sensibilidad y especificidad de las técnicas (Downs *et al.*, 2018), pero su comparación es complicada debido fundamentalmente a los grupos de animales sobre los que se ha llevado a cabo y a los diferentes protocolos utilizados. En una revisión bibliográfica sobre el tema llevada a cabo por de la Rua-Domenech (de la Rua Domenech *et al.*, 2006) se indicaba que la especificidad de la IDR simple oscilaba entre el 75,5% y el 99% (mediana 96,8%). En el caso de la IDR comparada la especificidad era mayor, y variaba entre el 78,8% y el 100% (mediana 99,5%). Recientemente se ha publicado un meta-análisis que considera que la mediana de la especificidad de la IDR simple es del 91% y del 100% en la IDR comparada (Nuñez-García *et al.*, 2018). Por otra parte, el ELISA para la detección del IFNγ es una técnica más sensible que la IDR, pero su especificidad es ligeramente inferior, la mediana de diferentes estudios revisados era del 96,6%, mientras que en el meta-análisis mencionado anteriormente se habla de un 94% cuando se utiliza como antígeno la PPD bovina. Esta especificidad es aceptable en muchas situaciones, pero no en situaciones de baja prevalencia ya que requiere el sacrificio de un elevado número de animales que no acaban por confirmarse. Por esta razón se recomienda la utilización del IFNγ sólo en las explotaciones confirmadas con el fin de detectar el mayor número de animales posible.

Esta teórica falta de especificidad puede ser debida a varios factores. Uno de ellos es que las pruebas confirmatorias, las "gold standard", no tienen gran capacidad de detección en las fases más iniciales del proceso. Tanto el tamaño y diseminación de las lesiones, como la carga bacteriana presentes en estas va aumentando a lo largo del tiempo (Figura 1), pero este tiempo es muy variable en función de factores como el nivel de exposición a la bacteria, la capacidad de respuesta del sistema inmune o la susceptibilidad genética. Esto hace que muchos estudios hablen de porcentajes de confirmación del 20-50% del total de animales reaccionantes a las pruebas in vivo (de la Rua Domenech *et al.*, 2006; O'Halan *et al.*, 2015).

Otro factor que cada vez está adquiriendo más importancia es la presencia de otras micobacterias. Ya se ha hablado de la interferencia de MAP, pero además existen otras micobacterias pertenecientes al complejo M. avium-intracellulare u otras micobacterias ambientales que comparten antígenos con *M. bovis* y que pueden provocar la aparición de reacciones inespecíficas (Jenkins *et al.*, 2018). La solución es encontrar nuevos antígenos más específicos y que mantengan una alta sensibilidad. Se está trabajando en esta línea y ya existen candidatos para ser utilizados en la detección de la respuesta inmune celular como son ESAT 6, CFP 10 o Rv3615 (Whelan *et al.*, 2010; Jones *et al.*, 2012) y en la detección de anticuerpos como son las proteínas MPB70 y MPB83 (Budle *et al.*, 2013; Casal *et al.*, 2014) o la p22 (Infantes *et al.*, 2015), probados a diferente escala.

LA INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS SANGUÍNEOS EN BOVINOS CON ABDOMEN AGUDO

Dr. Christian Gerspach

Introducción

Las pruebas auxiliares para diagnosticar enfermedades gastrointestinales en bovinos son útiles para evaluar las necesidades inmediatas del paciente, obtener información para un diagnóstico correcto y determinar el pronóstico. Las desventajas son los costes y el tiempo entre la toma de muestras de sangre y la disponibilidad del resultado. Sin embargo, las pruebas auxiliares ayudan a decidir si es necesaria o no una intervención quirúrgica o si se puede intentar un tratamiento médico.

Los parámetros sanguíneos son útiles para estimar la etiología, gravedad, duración y pronóstico de la enfermedad. Además, la paciente puede ser evaluado antes de la laparotomía en pie. En muchos casos, es necesario un tratamiento médico inmediato antes de completar el examen o antes de la cirugía.

El recuento completo de células sanguíneas (CBC) ayuda a evaluar el PVC y la evidencia de inflamación. El perfil de química sérica revela información sobre el estado de los electrolitos, las enzimas hepáticas, las enzimas musculares y el estado renal. Además, se puede medir el lactato.

Potasio

La hipocalemia es un hallazgo muy común en el ganado. Se observa en muchas enfermedades asociadas a anorexia o reflujo gastrointestinal. Los factores que contribuyen a la pérdida de potasio incluyen pérdidas renales (especialmente debido al tratamiento con esteroides con potencial mineralocorticoide) y pérdidas enterales (enteritis). El secuestro de potasio en el rumen y el abomaso ocurre por estasis gastrointestinal u obstrucción. Se produce un desplazamiento transitorio de potasio hacia el espacio intracelular debido a la alcalosis o al tratamiento de la acidosis metabólica con bicarbonato de sodio e hiperglucemia. Los mecanismos de excreción renal eliminan el exceso de potasio del cuerpo. Con la anorexia, los mecanismos no responden lo suficientemente rápido para evitar el agotamiento del potasio. Por lo tanto, muchas vacas anoréxicas tienen una baja concentración de potasio. La hipocalemia por anorexia generalmente no causa signos clínicos. La hipocalemia grave puede provocar un síndrome clínico que incluye debilidad muscular, decúbito, arritmia y coma.

Reflujo gastrointestinal

En bovinos con reflujo gastrointestinal, la hipocloremia, la hipocloremia y la alcalosis metabólica son hallazgos muy comunes. La hipocloremia es el resultado del secuestro de HCl en el abomaso. Como consecuencia, se desarrolla hipocloremia, alcalosis metabólica e hipocalemia secundaria. La etiología de la hipocalemia asociada con el reflujo gastrointestinal es triple: 1. anorexia, 2. aumento de la excreción renal debido a alcalosis metabólica y 3. intercambio de hidrógeno intracelular por potasio del líquido extracelular, debido a alcalosis metabólica.

Cuanto más proximal sea la obstrucción (desplazamiento abomasal / vólvulo, estenosis pilórica funcional, obstrucción proximal del intestino delgado), más grave será la hipocloremia y la alcalosis metabólica. Con el secuestro y reflujo de HCl, la concentración de cloruro en el líquido del rumen aumenta (normal < 25 mmol/l).

Pronóstico de enfermedades gastrointestinales

Cuando se evalúa el ganado con abdomen agudo, a menudo es difícil estimar un pronóstico a largo plazo para la vida y el éxito económico en el futuro. Se ha informado que algunos parámetros sanguíneos están asociados con resultados a largo plazo.

Es difícil diferenciar el abomaso desplazado derecho del vólvulo abomasal. El vólvulo abomasal es una afección potencialmente mortal y se asocia con un resultado deficiente después de la cirugía en aproximadamente el 61% de los casos. Los indicadores de un mal pronóstico son una baja concentración de cloruro sérico y una alta concentración de lactato sérico. Meylan *et al.* (1999) informaron que una concentración de cloruro de < 85 mmol/l está asociada con un mal pronóstico. En diferentes estudios, se informó que la hiperlactatemia (> 6 mmol/l) está relacionada con un resultado deficiente. La concentración de Lactato-L puede incrementarse debido a una mala perfusión sistémica (hipovolemia) o hipoperfusión local (como en el vólvulo abomasal). La hiperlactatemia y la hipocloremia también son indicadores de un mal resultado después de la cirugía de una vaca con vólvulo abomasal. Sin embargo, los resultados de sangre siempre deben ser interpretados en combinación con los resultados clínicos. Los bovinos con obstrucción intestinal que presentan signos de shock (frecuencia cardíaca > 100 lpm e hipotermia, decúbito) tienen un mal pronóstico de supervivencia. En estos casos, la hipocloremia (< 80 mmol/l) y la acidosis metabólica son indicadores de un mal resultado.

Parámetros renales

La creatinina y la urea (o nitrógeno ureico en sangre) se utilizan para estimar la función renal en el ganado vacuno. La creatinina es la prueba de elección, ya que no se ve afectada por la dieta y la función hepática, en contraste con la urea. Los bovinos con enfermedades gastrointestinales agudas suelen presentar deshidratación, toxicidad o conmoción, lo que provoca una reducción de la perfusión renal. Por lo tanto, a menudo el perfil de la química del suero revela azotemia. La hiperfosfatemia se observa a menudo con una tasa de filtración glomerular reducida.

La obstrucción urinaria (urolitiasis, pielonefritis) ocasiona azotemia postrenal grave. A diferencia de otras especies, la hiperpotasemia grave no se observa a menudo con la azotemia postrenal en el ganado vacuno. Si se detecta líquido libre en el abdomen, se puede confirmar la presencia de un uroperitoneo midiendo la creatinina del líquido abdominal, que es 1,5 a 2 veces mayor en comparación con la creatinina sérica.

Colestasis

La colestasis es una causa común de cólicos en el ganado. Si la concentración total de bilirrubina es > 34 µmol/l, las vacas presentan ictericia. En el perfil de la química del suero, la actividad de las enzimas hepáticas aumenta. La actividad de la GGT es un buen indicador de obstrucción biliar, causada por fascioliasis, colelitiasis o colangitis. La actividad de las enzimas hepáticas intracelulares (GLDH, SDH) también puede ser elevada, dependiendo de la cronicidad y de la enfermedad hepática primaria.

Bibliografía

En la version inglesa

ENGLISH VERSION ▾

INTERPRETATION OF BLOOD RESULTS IN CATTLE WITH ACUTE ABDOMEN

Dr. Christian Gerspach

Introduction

Ancillary tests in diagnosing gastrointestinal diseases in cattle are useful in terms of assessing immediate needs for the patient, acquiring information for a correct diagnosis and determining the prognosis. The disadvantages are costs and the time between blood sampling and availability of the result. However, ancillary tests help to decide whether or not surgical intervention is necessary or medical treatment can be attempted.

Blood parameters are useful to estimate the etiology, severity, duration and prognosis of disease. In addition, the patient can be assessed prior to standing laparotomy. In many cases, immediate medical treatment is necessary before completing the examination or prior to surgery.

The complete blood cell count (CBC) helps to evaluate the PVC and evidence of inflammation. The serum chemistry profile reveals information concerning electrolyte status, liver enzymes, muscle enzymes and renal status. In addition, lactate can be measured.

Potassium

Hypokalemia is a very common finding in cattle. It is observed in many diseases associated with anorexia or gastrointestinal reflux. Factors contributing to a loss of potassium include renal losses (especially due to treatment with steroids with mineralocorticoid potential) and enteral losses (enteritis). Sequestration of potassium in the rumen and abomasum occurs due to gastrointestinal stasis or obstruction. A transient shift of potassium into the intracellular space occurs due to alkalosis or treatment of metabolic acidosis with sodium-bicarbonate and hyperglycemia. Renal excretory mechanisms eliminate excess potassium from the body. With anorexia, the mechanisms do not respond rapidly enough to avoid depletion in potassium. Therefore, many anorectic cows have a low potassium concentration. Hypo-kalemia from anorexia usually does not cause clinical signs. Severe hypokalemia can result in a clinical syndrome including muscle weakness, recumbency, arrhythmia and coma.

Gastrointestinal Reflux

In cattle with gastrointestinal reflux, hypochloremia, hypokalemia and metabolic alkalosis are very common findings. Hypochloremia results from HCl sequestration in the abomasum. As a consequence, hypochloremia, metabolic alkalosis and secondary hypokalemia develop. The etiology of hypokalemia associated with gastrointestinal reflux is threefold: 1. anorexia, 2. increased renal excretion due to metabolic alkalosis and 3. exchange of intracellular hydrogen for potassium from extracellular fluid, due to metabolic alkalosis.

The more proximal the obstruction (abomasal displacement / volvulus, functional pyloric stenosis, proximal small intestinal obstruction) the more severe hypochloremia and metabolic alkalosis. With sequestration and reflux of HCl, the chloride concentration in the rumen fluid increases (normal < 25 mmol/l).

Prognosis of gastrointestinal diseases

When evaluating cattle with acute abdomen, it is oftentimes difficult to estimate a long term prognosis for life and economic success in the future. Some blood parameters have been reported to be associated with long term outcome.

It is difficult to differentiate right displaced abomasum from abomasal volvulus. Abomasal volvulus is a life threatening condition and associated with poor outcome after surgery in about 61 % of cases. Indicators for a poor prognosis are a low serum chloride concentration and a high serum lactate concentration. Meylan *et al.* (1999) reported a chloride concentration of < 85 mmol/l to be associated with a poor prognosis. In different studies, hyperlactatemia (> 6 mmol/l) was reported to be linked to a poor outcome. L-Lactate concentration can be increased due to poor systemic perfusion (hypovolemia) or local hypoperfusion (as in abomasal volvulus). Hyperlactatemia as well as hypochloremia are also indicators for poor outcome after surgery of a cow with abomasal volvulus. However, blood results should always be interpreted in combination with clinical findings. Cattle with intestinal obstruction, presenting with signs of shock (heart rate > 100 bpm and hypothermia, recumbency) have a poor prognosis for survival. In these cases, hypochloremia (< 80 mmol/l) and metabolic acidosis are indicators for a poor outcome.

Renal parameters

Creatinine and urea (or blood urea nitrogen) are used to estimate renal function in cattle. Creatinine is the test of choice, as it is not affected by diet and hepatic function, in contrast to urea. Cattle with acute gastro-intestinal diseases often present dehydrated, toxic or in shock, leading to reduced renal perfusion. Therefore, often the serum chemistry profile reveals azotemia. Hyperphosphatemia is often seen with reduced glomerular filtration rate.

Urinary obstruction (urolithiasis, pyelonephritis) results in severe post-renal azotemia. In contrast to other species, severe hyperkalemia is not often seen with post-renal azotemia in cattle. If free fluid is detected in the abdomen, a uroperitoneum can be confirm by measuring abdominal fluid creatinine, which is 1.5 – 2 times increased compared to serum creatinine.

Cholestasis

Cholestasis is a common reason for colic in cattle. If the total bilirubin concertation is > 34 µmol/l, cows present with icterus. On the serum chemistry profile, activity of liver enzymes is increased. The activity of the GGT is a good indicator for biliary obstruction, caused by fascioliasis, cholelithiasis or cholangitis. The activity of intracellular hepatic enzymes (GLDH, SDH) can be elevated as well, depending on chronicity and primary liver disease.

Literature

- Anderson DE, Ivany Ewoldt JM. Intestinal surgery of adult cattle. Vet Clin Food Anim 21 (2005) 133-154.
- Boulay G, Francoz D, Doré E, Dufour S, Veillette M, Badillo M, Bélanger AM, Buczinski S. Preoperative cow-side lactatemia measurement predicts negative outcome in Holstein dairy cattle with right abomasal disorders. Journal of Dairy Science Vol. 97 No. 1, 2014.
- Buczinski S, Boulay G, Francoz D. Preoperative and Postoperative L-Lactatemia Assessment for the Prognosis of Right Abomasal Disorders in Dairy Cattle. J Vet Intern Med 2015;29:375–380.
- Fecteau G, Desrochers A, Francoz D, Nichols S. Diagnostic approach to the acute abdomen. Vet Clin Food Anim 34 (2018) 19–33.
- Meylan M. Prognostic indicators in cattle with right-sided displacement of the abomasum and abomasal volvulus. Schweiz. Arch. Tierheilk. 141,413-418 (1999) 413.
- Roussell KE, Roussell AJ. Evaluation of the Ruminant Serum Chemistry Profile. Vet Clin Food Anim 23 (2007) 403–426.

SEDACIÓN DE PIE DE GANADO ADULTO

Reza Seddighi, DVM, MS, PhD, Dip ACVAA

Dependiendo del propósito de la inmovilización química, se pueden usar diferentes protocolos y dosis de los fármacos y, en general, las combinaciones de fármacos son más efectivas para la sedación y analgesia.

Se han descrito diversos métodos para inducir la sedación en ganado adulto. Es importante tener en mente que las dosis y combinaciones enumeradas aquí están diseñadas para su uso en animales sanos o mínimamente comprometidos, y las dosis deben ajustarse en animales enfermos o debilitados.

Combinaciones de Acepromazina

La acepromazina combinada con butorfanol o xilazina puede ser eficaz para la sedación de toros tranquilos y vacas lecheras. Un ejemplo incluiría el uso de acepromazina (10 mg) y xilazina (10 mg), por vía intravenosa, para sedar toros y vacas manejable para procedimientos de pie, facilitando la colocación de animales en una mesa de inclinación, o para facilitar el levantamiento de un animal mediante cuerdas. Otro ejemplo informado es el uso de acepromazina (7.5 mg- IV) combinado con el butorfanol (10 mg IV) para cesáreas de vacas lecheras en pie.

Receptores adrenérgicos Alpha 2

La Xilazina es el receptor adrenérgico alfa-2 más comúnmente utilizado en el ganado en América del Norte. Un método sencillo y práctico para lograr la sedación en pie de animales adultos es administrar xilazina (0.02-0.03 mg/kg IV o de 0.04-0.06 mg/kg, IM). Estas dosis producen en sedación permanente en la mayoría de las vacas lecheras.

La Detomidina es otro receptor adrenérgico alfa-2 que tiene licencia para uso intramuscular o intravenoso en el ganado en muchas partes de Europa en dosis de 0,01 a 0,04 mg/kg. En vacas lecheras, la Detomidine (0,01 mg/kg, IV) resultó en una sedación más profunda que la xilazina a 0,02 mg/kg, IV, y las vacas suelen permanecer de pie.

El uso de combinaciones de sedantes que incluyen la Ketamina se conoce como la "Ketamina de aturdimiento". Se han recomendado diferentes combinaciones de ketamina, para proporcionar diferentes profundidades de sedación:

Combinación 5-10-20: La administración IV de butorfanol (0,01 mg/kg), con xilazina (0.02 mg/kg) y ketamina (0.05-0.1 mg/kg) produce sedación efectiva una posición de pie en la mayoría de los bovinos adultos. Este tratamiento se conoce coloquialmente como la combinación 5-10-20 cuando se utiliza en un promedio de ganado de 500 kg. Esta combinación resulta en la sedación en pie de la mayoría de los bovinos adultos. Se puede administrar una dosis adicional de ketamina 10 minutos después de la administración inicial, si los animales muestran la inestabilidad. Alternativamente, la ketamina (0,1 mg/kg) puede ser administrada por vía intramuscular, simultáneamente con la administración intravenosa de xilazina-butorfanol para prolongar el efecto sedante de hasta 20 minutos, y evitar el riesgo de cambios de comportamiento inducidos por la administración IV de ketamina.

Combinación *10-20-40:* Para el ganado (de 500 a 600 kg), la combinación incluye 10 mg, 20 mg de butorfanol xilazina y 40 mg de ketamina. El efecto máximo después de la administración subcutánea o intramuscular se logra en 15 a 20 minutos; por lo tanto, es importante no molestar a los animales en este intervalo de tiempo. Se puede volver a administrar del 25% al 50% de la dosis inicial de xilazina y ketamina para conseguir el grado deseado de cooperación y prolongar la restricción.

Combinación 20-40-80: Para toros grandes o animales más indómitos, se utiliza la combinación 20-40-80: 20 mg de butorfanol , 40 mg de xilazina, y 80 mg de ketamina.

En la Tabla 3 se incluye un resumen de los medicamentos administrados para la sedación en ganado adulto.

Tabla 3.
Ejemplos de fármacos y combinaciones utilizados para la sedación en ganado adulto.

Fármaco (s)	Peso corporal (kg) cada fármaco	Total (mg) de	Ruta de administración	Duración del efecto (min)	Comentarios
Xylazina	500-600	10-15	IV	10-20	Sedación leve-moderada
	500-600	20-30	IM	15-30	
Detomidina	500-600	5-20	IV, IM	40-50	Sedación leve-moderada Altas dosis de administración IM
Acepromazina/ Xilazina	500-600	10/10	IV	10-20	Sedación leve-moderada
Butorfanol/ Xilazina/Ketamina	500-600	5/10/20	IV	10-15	Sedación moderada
	500-600	10/20/40	IM, SQ	20-40	Sedación más profunda
	800	20/40/80	IM	20-40	Para animales mayores y/o indisciplinados

De: R Seddighi TJ y Doherty (2016): Field sedation and anesthesia of ruminants.

Vet Clin Food Anim 32 (2016) 553–570.

INDUCCIÓN AL DECÚBITO Y ANESTESIA GENERAL EN BOVINOS

Cuando se planifica el decúbito, en particular para la anestesia general, el ayuno del animal reduce el riesgo de regurgitación y timpanismo ruminal. El ganado adulto se mantiene en ayunas durante 24 a 48 horas antes de la anestesia general. Además, se recomienda un catéter yugular para repetidas inyecciones intravenosas. Es importante que el sitio escogido para la inducción de decúbito proporcione una base y relleno adecuado para el animal. Una zona suave cubierta de hierva o un pesebre bien acolchado son probablemente las mejores opciones.

La posología de los medicamentos utilizados para inducir decúbito y anestesia general dependerá de la finalidad, el tipo de paciente, los fármacos disponibles y las instalaciones, y la preferencia personal. Incluso si se induce la anestesia general, es generalmente beneficioso realizar también un bloqueo regional o local para anestesiar el sitio quirúrgico para aumentar la comodidad del paciente en la recuperación, y ayudar a evitar que el animal responda a la manipulación quirúrgica.

Medicamentos utilizados para provocar el decúbito en ganado

Xilazina

La Xilazina se puede utilizar como único agente para inducir decúbito para realizar procedimientos indoloros, o puede ser combinado con anestesia local para procedimientos más invasivos. La mayoría de vacas lecheras se recostará con una dosis de xilazina de 0,05 a 0,10 mg/kg por vía intravenosa, y la dosis generalmente se duplica para la administración intramuscular. En general, el ganado para carne, y el ganado bravo, requieren mayores dosis de xilazina. La inducción al decúbito de un animal sedado con xilazina se facilita mediante el uso de una cuerda.

Ketamina-xilazina-butorfanol

Si se aumentan las dosis de los fármacos individuales sobre los utilizados para la retención en pie, se puede utilizar ketamina para inducir el decúbito y la sedación profunda, y, cuando se combina con anestesia local o regional, es práctico para realizar algunos procedimientos quirúrgicos. Para inducir el decúbito y sedación profunda en un bovino adulto (de 500 a 600 kg), se utiliza la práctica de administración intravenosa de 20 mg, de butorfano 25 mg xilazina, y de 250 a 500 mg de ketamina (combinación 20/25/250-500)según el autor. La duración de la sedación y decúbito puede ser prolongada mediante la administración de la mitad de la dosis inicial de ketamina sola o combinada con 10 a 20 mg de xilazina. La dosis de xilazina y ketamina se duplican si se elige la vía intramuscular.

Xilazina-ketamina

Se recomiendan las siguientes combinaciones de xilazina y ketamina:

- Xilazina (0,1 mg/kg- IV) y ketamina (2 mg/kg- IV): Da lugar a una anestesia quirúrgica en un corto período de tiempo (de 10 a 15 minutos).
- Xilazina (de 0.1 a 0.2 mg/kg- IM) y ketamina (2 mg/kg- IV) (después de la sedación). El diazepam o midazolam (0.025-0.05 mg/kg) pueden administrarse con ketamina para mejorar la relajación muscular, especialmente si se planifica la intubación endotraqueal.
- Xilazina (0,2 mg/kg) y ketamina (3-4 mg/kg- IM): Proporciona una anestesia quirúrgica de mayor duración (de 15 a 30 minutos). Se puede prolongar la duración con la administración de ketamina (1 a 2 mg/kg) y xilazina (0.02-0.04 mg/kg), IV.
- Se puede añadir un opiáceo, el butorfanol (0.02-0.04 mg/kg) o la morfina (0,05-

1.1 A cualquiera de estos protocolos de fármacos.

Infusión Ketamine-Xylazine

- Se puede utilizar 50 mg de xilazina y 1,0 a 1,5 g de ketamina añadida a 1 l de solución de electrólito para mantener la anestesia quirúrgica durante 60 minutos.

Telazol-Xylazine

Telazol tiene propiedades relajantes musculares mínimas y es mejor combinado con otros medicamentos:

- Para inmovilizar grandes toros (800 kg): Agregar 500 mg de xilazina a TZ y utilizar de 3 a 5 mL de la mezcla, según el tamaño y el comportamiento del animal, IM. Produce 45 minutos de inmovilización, y la recuperación es suave.
- Agregar 100-150 mg de xilazina + 4- 3,5 mL de ketamina al Telazol.

Infusión (triple-goteo) Ketamina-xilazina-guaifenesina

Esta mezcla puede usarse para inducir la anestesia o mantener un estado de anestesia general.

La guaifenesina se usa por su efecto relajante muscular y no parece tener efectos anestésicos clínicamente significativos. La guaifenesina es irritante para los tejidos; por lo tanto, debe evitarse la fuga perivascular.

La inducción de la anestesia con triple-goteo: 50 mg de xilazina y 1,0 a 1,5 g de ketamina añadida a 1 L de solución guaifenesina 5%.

Mantenimiento de la anestesia con triple-goteo: La combinación de triple goteo anterior debería mantener un plano de anestesia quirúrgica en un bovino adulto (de 500 a 700 kg) durante aproximadamente 60 minutos.

La guaifenesina puede ser comprada a granel en forma de polvo, y puede convertirse en una solución al 5% y se esterilizan en autoclave en preparación para el uso clínico.

INMOVILIZACIÓN DE GANADO SALVAJE O AGRESIVO

La administración remota de fármacos se puede realizar utilizando una pistola de dardos, una jeringa, o una pistola o rifle. En estas circunstancias, el volumen de anestésicos y la distancia del animal al sistema de administración son factores limitantes.

- Reconstituir la TZ con 100 mg de xilazina y 3- 4 mL de ketamina para inmovilizar a un animal de 600 a 800 kg de peso.
- Alternativamente, reconstituir TZ con 300 mg de xilazina.

En la tabla 4 se incluye un resumen de los medicamentos administrados para inducir el decúbito y/o anestesia general en animales adultos.

Table 4
Examples of drug(s) and drug combinations for inducing recumbency or general anesthesia in adult cattle

Drug(s)	Estimated Body Weight (kg)	Total mg of Each Drug	Route of Administration	Duration of Effect (min)	Comments
Xylazine	500–600	25–50	IV	10–15	Generally induces recumbency Facilitates casting with ropes, if necessary
	500–600	50–100	IM	10–20	
Xylazine/ketamine	500–600	50/1000	IV	10–15	Short period of general anesthesia Top-up doses of ketamine (1–2 mg/kg) with xylazine (0.02–0.04 mg/kg) slowly IV to prolong effect
	500–600	100/2000	IM	15–30	
Butorphanol/xylazine/ ketamine	500–600	20/25/250	IV	20–30	Heavy sedation; Dose of ketamine can be increased to 500 mg to prolong recumbency
Telazol/xylazine	≥800	Reconstitute 500 mg Telazol with 500 mg xylazine and give 3–5 mL	IM	30–45	Heavy sedation with longer duration of recumbency and immobilization
Telazol/xylazine/ketamine	Wild/aggressive cattle (600–800 kg)	500/100/400	IM	30–45	Heavy sedation/general anesthesia, depending on animal's demeanor

De: R Seddighi TJ y Doherty (2016): Field sedation and anesthesia of ruminants.

Vet Clin Food Anim 32 (2016) 553–570.

RECUPERACIÓN DEL DECÚBITO Y ANESTESIA GENERAL EN BOVINOS

El sitio escogido para la recuperación debería proporcionar suficiente estabilidad y acolchado para el animal. Además, si se considera apropiado, la porción alfa-2 de la combinación de medicamentos pueden ser antagonizada utilizando un*/pha-2 antagonistas adrenérgicos* que incluyan yohimbina, tolazoline y atipamezol. La tolazoline es el miembro más comúnmente utilizado de este grupo en los rumiantes. La sobredosis o la rápida administración intravenosa de antagonistas adrenérgicos alfa-2 puede provocar efectos adversos sobre el sistema cardiovascular, respiratorio y sistema nervioso central, y estos efectos pueden causar la muerte. Aunque estos compuestos pueden ser administrados por vía intravenosa, los autores recomiendan la administración intramuscular para disminuir la probabilidad de causar efectos adversos.

BIBLIOGRAFÍA

En la versión inglesa

ENGLISH VERSION ▾

BOVINE SEDATION AND GENERAL ANESTHESIA

Reza Seddighi, DVM, MS, PhD, Dip ACVAA

INTRODUCTION

General anesthesia of ruminants have many potential inherent risks, therefore, many procedures in dairy cows are performed in standing position using mild physical restraint with the aid of local or regional anesthesia. However, handling of bulls and beef cattle may require more substantial physical restraint and are more likely to require sedation. Additionally, beef cattle usually require larger doses of sedating and anesthetic drugs than do dairy cattle. Ideally, when surgical plane of anesthesia is intended, an endotracheal tube should be in place to protect the airway, but this may not always be feasible under field conditions.

PREANESTHETIC PREPARATIONS AND CONSIDERATIONS

Fasting

In adult cattle undergoing elective procedures, particularly if general anesthesia is intended, feed should be withheld for 24 to 48 hours, and water for 12 to 18 hours, depending on the size of the animal and the procedure to be performed. Fasting decreases the likelihood of regurgitation, and by decreasing the mass of the ruminal contents, will ameliorate the effects of compression of the respiratory system in the recumbent animal.

Airway Protection

Endotracheal intubation is the ideal way to protect the airway of anesthetized animals, but it is not generally practical under field conditions. Nevertheless, if the animal is in lateral recumbency, the risk of passive regurgitation can be decreased by elevating the proximal portion of the neck using padding and tilting the head downward to facilitate drainage of saliva and regurgitated material from the oral cavity. In adult cattle, intubation is performed most easily by initially placing a mouth gag and passing a suitably sized stomach tube into the trachea using one's hand. The stomach tube serves as a guide over which the endotracheal tube is passed; the cuff of the endotracheal tube is then inflated and the stomach tube removed.

Route of Drug Administration

The intravenous route is the most effective method of administration in terms of bioavailability and onset of action. However, the intravenous route may not always be practical under field conditions, especially when dealing with unruly large bovines; in these animals, the intramuscular or subcutaneous route can be used initially to achieve sedation. The limitations of intramuscular and subcutaneous injection include incomplete bioavailability, delayed onset of action, and the limited volume that can be administered.

Respiratory and Cardiovascular Depression

Ruminants are sensitive to anesthetic-induced alterations in the respiratory system, and may significantly develop ventila- tion/perfusion mismatch. Unique features of the respiratory system in ruminants include their smaller tidal volume and higher respiratory rate in comparison with many other similarly sized mammals. Therefore, any change in the respiratory rate or tidal volume, subsequent to heavy sedation or general anesthesia, has a significant impact on respiratory function. Hypercapnia and hypoxemia are common complications in anesthetized, spontaneously breathing ruminants, and these complications occur more frequently and are of greater magnitude in nonfasted animals. For these reasons, oxygen supplementation is recommended, especially during prolonged anesthesia.

Anesthetic-related effects on the cardiovascular system result from the depressant effect of anesthetic drugs, and the effect of recumbency and compression by viscera on venous return and cardiac output. The latter effects are compounded in animals in dorsal recumbency and in nonfasted animals.

Musculoskeletal System

Myopathy and peripheral neuropathy are risks when large animals are immobilized. Muscle perfusion may be compromised during recumbency due to arterial hypotension, pressure on dependent muscles, poor positioning, noncompliant surfaces, and prolonged periods of recumbency. Maintaining adequate arterial blood pressure and providing padding are important preventive measures to decrease the risk of neu- ropathy and myopathy, particularly in large animals. A soft, grassy location or a well- bedded stall may be the best location for anesthetizing large ruminants under field conditions.

Regulatory considerations regarding the use of anesthetic drugs in bovine

It is very likely that the regulatory guidelines in relation to the use of anesthetic and analgesic drugs to be different among different countries. For instance, in the United States, lidocaine hydrochloride is the only modern anesthetic-related drug currently approved for use in cattle. Therefore, the administration of other sedatives and anesthetics is considered extralabel drug use. In addition, withdrawal periods for commonly used drugs for animals used for milk and meat production, should be carefully considered. Therefore, each particular country's regulations regarding anesthetic/analgesic drug use and withdrawal periods should be carefully followed.

In the United States, The Animal Medicinal Drug Use Clarification Act of 1994 (AMDUCA)

(https://www.fda.gov/animalveterinary/guidancecomplianceenforcement/actsrulesregulations/ucm085377.htm) permits veterinarians to prescribe extralabel uses of certain approved new animal drugs and approved human drugs for animals under certain conditions. Extralabel use refers to the use of an approved drug in a manner that is not in accordance with the approved label directions. Under AMDUCA any extralabel use of an approved new animal or human drug must be by or on the lawful order of a veterinarian within the context of a veterinarian-client-patient relationship (VCPR).

Extralabel use is limited to circumstances when the health of an animal is threatened, or suffering or death may result from failure to treat. This means that extralabel use to enhance production is not permitted.

Limitations to Extralabel Use Provisions of AMDUCA

The following specific extralabel uses are not permitted and result in the drug being deemed unsafe:

1. Extralabel use in an animal of an approved new animal drug or human drug by a layperson (except when under the supervision of a licensed veterinarian).
2. Extralabel use of an approved new animal drug or human drug in or on an animal feed;
3. Extralabel use resulting in any residue which may present a risk to the public health.
4. Extralabel use resulting in any residue above an established safe level, safe concentration, or tolerance.

Extralabel Use in Food-Producing Animals

There are additional specific conditions, such as followings, must be met for extralabel use of approved animal and approved human drugs in food-producing animals:

1. There is no approved animal drug that is labeled for such use and that contains the same active ingredient in the required dosage form and concentration, except where a veterinarian finds, within the context of a valid VCPR, that the approved animal drug is clinically ineffective for its intended use.

2. Before prescribing or dispensing an approved animal drug or approved human drug for an extralabel use in food animals, the veterinarian must:

o Make a careful diagnosis and evaluation of the conditions for which the drug is to be used;

o Establish a substantially extended withdrawal period prior to marketing of milk, meat, eggs, or other edible products supported by appropriate scientific information, if applicable;

o Institute procedures to assure that the identity of the treated animal or animals is carefully maintained; and

o Take appropriate measures to assure that assigned time frames for withdrawal are met and no illegal drug residues occur in any food producing animal subjected to extralabel treatment.

The following additional conditions must be met for a permitted extralabel use, in food producing animals, of an approved human drug, or of an animal drug approved only for use in animals not intended for human consumption:

1. Such use must be accomplished in accordance with an appropriate medical rationale.
2. If scientific information on the human food safety aspect of the use of the drug in food producing animals is not available, the veterinarian must take appropriate measures to assure that the animal and its food products will not enter the human food supply.

Extralabel use of an approved human drug in a food producing animal is not permitted if an animal drug approved for use in food producing animals can be used in an extralabel manner for a particular use.

Some examples of the recommendations regarding anesthetic drug withdrawal periods made by the Food Animal Drug Residue Avoidance & Databank (FARAD) are listed in Table 1.

Table 1
Recommendedwithdrawalintervalsforcommonanesthetic/analgesic agentsinruminants

		Withdrawal Intervals (d)
Drug	Route of Administration	Meat Milk
Acepromazine	IV or IM	7 2
Butorphanol	IV or IM	5 (2 for sheep) 3 (2 for sheep)
Detomidine	IV or IM	3 3
Guaifenesin	IV	3 2
Ketamine	IV or IM	3 3 (2 d)
Lidocaine	SC (volume >20 mL)	4 (1 d) 3 (1 d)
Tolazoline	IV or IM	8 2
Xylazine	IV or IM	4 (5), (5–10) 1 (3), (3–5)
Yohimbine	IV	7 3

From: Seddighi R and Doherty TJ (2016): Field sedation and anesthesia of ruminants. Vet Clin Food Anim 32 (2016) 553–570.

DRUGS USED FOR CHEMICAL RESTRAINT OF BOVINE

Alpha-2 adrenoceptor agonists

The main members of this group are xylazine, dexmedetomidine, romifidine, and detomidine. Xylazine is licensed for use in cattle in the United States and many other countries and is the most commonly used sedative for chemical restraint of ruminants. An important aspect of alpha-2 adrenoceptor agonists is the availability of antagonists.

It should be noted that sedation induced by members of this group outlasts their analgesic effects, and xylazine administration, compared with other drugs in this group, results in the shortest duration of sedation and analgesia. Ruminants are much more sensitive to the sedating effects of xylazine than are horses; the dose of xylazine in ruminants is generally a tenth of the dose used in horses, and it also results in more profound sedation. However, this is not the case for other alpha-2 agonists for which the drug dose is similar to that used in horses. It also seems that some breeds, particularly Brahman, are more sensitive than others to the sedating effects of xylazine. Some dose selection recommendations for Alpha-2 adrenoceptor agonists are listed in table 2.

Table 2
Doses of commonly used alpha-2 adrenoceptor agonists in ruminants

	Route of				
Drug	Administration	Adult Cattle	Calf	Sheep	Goat
Xylazine (mg/kg)	IV	0.05–0.1	0.05–0.1	0.05–0.1	0.02–0.05
	IM	0.1–0.3	0.1–0.3	0.1–0.2	0.05–0.1
Dexmedetomidine (mg/kg)	IV	1–5	5–10	5–10	5–10
	IM	5–20	10–30	10–30	10–30
Detomidine (mg/kg)	IV	3–10	3–30	3–20	5–20
	IM	10–20	30–40	20–30	20–30
Romifidine (mg/kg)	IV	3–20	3–50	3–40	3–40
	IM	20–40	50–100	40–80	40–80

From: Seddighi R and Doherty TJ (2016): Field sedation and anesthesia of ruminants.

Vet Clin Food Anim 32 (2016) 553–570.

Xylazine and other alpha-2 agonists have numerous dose-related adverse effects that necessitate special consideration. The primary adverse effects are listed below:

- Pulmonary system: Small ruminants are particularly sensitive to the pulmonary effects of alpha-2 agonists. Activation of pulmonary intravascular macrophages (PIMs) is the primary reason for the adverse effects of alpha-2 agonists on the pulmonary system. Once activated, PIMs release prostaglandins and other vasoactive substances; this can result in alveolar edema, an increase in transpulmonary pressure, a decrease in pulmonary compliance, and pulmonary congestion.
- Reproductive system: Alpha-2 agonists, especially xylazine, increase the tone of the gravid uterus and constrict uterine vasculature, resulting in a decrease in uterine blood flow, and a decrease in fetal and maternal oxygen partial pressure. Therefore, their use during the last trimester may result in premature labor or fetal hypoxemia.
- Gastrointestinal system: Alpha-2 agonists decrease gastrointestinal motility, secondary to inhibiting the release of acetylcholine, and this can contribute to ruminal tympany. In cattle and sheep, detomidine and xylazine inhibited ruminal contractions, and this resulted in ruminal tympany.

The latter effect was eliminated by administration of the antagonist tolazoline.

Phenothiazines

Acepromazine is the most commonly used agent in this group. Acepromazine has a delayed onset of action when compared with xylazine; maximum effect after intravenous administration may take 15 to 20 minutes, and its duration of action can be 4 to 6 hours. Acepromazine has minimal respiratory effects but may result in arterial hypotension, particularly at higher doses or in hypovolemic animals. Acepromazine lacks analgesic effects, and its sedative effect is less than xylazine. Therefore, acepromazine is best used in combination with other drugs to achieve a clinically significant effect.

Benzodiazepines

Members of this family include midazolam, diazepam, and zolazepam. Zolazepam is commercially available only in combination with tiletamine in the product "Telazol®". These drugs act on GABA receptors and, in the majority of animals, their administration results in sedation and muscle relaxation; however, when used alone in healthy animals, they can cause paradoxical excitation. It is recommended that diazepam to be administered intravenously, as it is not water soluble, and intramuscular administration may be associated with tissue irritation and erratic absorption.

Benzodiazepines have minimal effects on the cardiovascular and respiratory systems and can be used for sedation in small ruminants and calves as the sole drug, but they are preferably used in combination with other agents. The use of benzodiazepines in cattle for standing sedation is not recommended, primarily because of the risk of inducing ataxia and recumbency; however, their muscle relaxant effects are beneficial when combined with ketamine for induction of anesthesia.

Opioids

Sedation and analgesia are the desired clinical effects of opioids, excitatory effects and behavioral changes have been associated with butorphanol administration to ruminants. Nevertheless, excitatory effects are more likely to occur if opioids are administered at higher doses intravenously to nonsedated animals. Morphine is a more efficacious analgesic agent and is recommended for more painful procedures.

STANDING SEDATION OF ADULT CATTLE

Depending on the purpose of chemical restraint, different protocols and drug doses may be used and generally, drug combinations are more effective for sedation and analgesia.

Various methods have been described to induce sedation in adult cattle. It is important to keep in mind that the doses and combinations listed here are intended for use in healthy or minimally compromised animals, and doses should be adjusted in sick or debilitated animals.

Acepromazine combinations

Acepromazine combined with butorphanol or xylazine can be efficacious for sedation of tranquil bulls and dairy cows. An example would include the use of acepromazine (10 mg) and xylazine (10 mg), intravenously, to sedate manageable bulls and cows for standing procedures, to facilitate placing animals on a tilt table, or to facilitate casting an animal using ropes. Another reported example is the use of acepromazine (7.5 mg- IV) combined with butorphanol (10 mg-IV) for standing cesarean section in dairy cows.

Alpha-2 agonists

Xylazine is the most commonly used alpha-2 adrenoceptor agonist in cattle in North America. A simple and practical approach to achieving sedation in standing adult cattle is to administer xylazine (0.02–0.03 mg/kg, IV or 0.04–0.06 mg/kg, IM). These doses result in standing sedation in the majority of dairy cattle.

Detomidine is another alpha-2 adrenoceptor agonist that is licensed for IM or IV use in cattle in many parts of Europe at doses of 0.01 to 0.04 mg/kg. In dairy cows, detomidine (0.01 mg/kg, IV) resulted in more profound sedation than did xylazine at 0.02 mg/kg, IV, and the cows usually remain standing.

The use of sedative combinations that include ketamine is known as the "ketamine stun". Different combinations have been recommended using ketamine, to provide different depths of sedation:

5-10-20 combination: IV administration of butorphanol (0.01 mg/kg), with xylazine (0.02 mg/kg), and ketamine (0.05–0.1 mg/kg) result in effective standing sedation in most adult cattle. This drug regimen is known colloquially as the 5-10-20 combination when it is used in an average 500 kg cattle. This combination results in standing sedation of most adult cattle. An additional dose of ketamine may be given 10 minutes after the initial administration, if animals show unsteadiness. Alternatively, ketamine (0.1 mg/kg) can be given intramuscularly concurrently with intravenous administration of xylazine–butorphanol to prolong the sedative effect for up to 20 minutes, and to prevent the risk of behavioral changes induced by IV administration of ketamine.

10-20-40 combination: For cattle (500–600 kg), the combination includes 10 mg butorphanol, 20 mg xylazine, and 40 mg ketamine. The peak effect after intramuscular or subcutaneous administration is achieved in 15 to 20 minutes; thus, it is important not to disturb the animal in this time interval. Readministration of 25% to 50% of the initial doses of xylazine and ketamine can be performed to achieve the desired degree of cooperation and to prolong restraint.

20-40-80 combination: For large bulls or more unruly animals, the 20-40-80 combination is used: 20 mg butorphanol, 40 mg xylazine, and 80 mg ketamine.

A summary of the drugs administered for standing sedation in adult cattle is listed in Table 3.

Table 3.
Examples of drug(s) and drug combinations used for standing sedation in adult cattle.

Drug(s)	Body weight (kg) each drug	Total mg of	Route of Administration	Duration of Effect (min)	Comments
Xylazine	500-600	10-15	IV	10-20	Mild-to-moderate sedation
	500-600	20-30	IM	15-30	
Detomidine	500-600	5-20	IV, IM	40-50	Mild-to-moderate sedation High dose for IM administration
Acepromazine/ xylazine	500-600	10/10	IV	10-20	Mild-to-moderate sedation
Butorphanol/ xylazine/ ketamine	500-600	5/10/20	IV	10-15	Moderate sedation
	500-600	10/20/40	IM, SQ	20-40	More profound sedation
	800	20/40/80	IM	20-40	For bigger and/ or undisciplined animals

From: Seddighi R and Doherty TJ (2016): Field sedation and anesthesia of ruminants.

Vet Clin Food Anim 32 (2016) 553–570.

INDUCING RECUMBENCY AND GENERAL ANESTHESIA IN CATTLE

When recumbency is intended, particularly for general anesthesia, fasting the animal reduces the risk of regurgitation and ruminal tympany. Adult cattle are fasted for 24 to 48 hours prior to general anesthesia. In addition, for repeated intravenous injections, placement of a jugular catheter is recommended. It is important that the site chosen for induction of recumbency provides adequate footing and padding for the animal. A soft, grassy area or a well-bedded stall are probably the best options.

Drug regimen used to induce recumbency and general anesthesia will depend on the intended purpose, type of patient, available drugs and facilities, and personal preference. Even if general anesthesia is induced, it is usually beneficial to also perform a local or regional block to anesthetize the surgical site to increase patient comfort in recovery, and help to prevent the animal from responding to surgical manipulation.

Drugs used to cause recumbency in cattle

Xylazine

Xylazine can be used as a sole agent to induce recumbency for performing nonpainful procedures, or it can be combined with local anesthesia for more invasive procedures. Most dairy cattle will become recumbent with xylazine doses of 0.05 to 0.10 mg/kg intravenously, and the dose is generally doubled for intramuscular administration. In general, beef cattle, and certainly boisterous cattle, require bigger doses of xylazine. Inducing recumbency in a xylazine-sedated animal is facilitated by the use of a casting rope.

Ketamine-xylazine-butorphanol

If the doses of individual drugs are increased over those used for standing restraint, the ketamine stun can be used to induce recumbency and deep sedation, and, when combined with local or regional anesthesia, it is practical for performing some surgical procedures. To induce recumbency and deep sedation in an adult bovine (500–600 kg), IV administration of 20 mg butorphanol, 25 mg xylazine, and 250 to 500 mg ketamine (20/25/250-500 combination) are used in the authors' practice. The duration of sedation and recumbency can be extended by administering half of the initial dose of ketamine alone or combined with 10 to 20 mg xylazine. Doses of xylazine and ketamine are doubled if the intramuscular route is chosen.

Xylazine-ketamine

The following combinations of xylazine and ketamine are recommended:

- Xylazine (0.1 mg/kg- IV) and ketamine (2 mg/kg- IV): Results in a short duration (10–15 minutes) of surgical anesthesia.
- Xylazine (0.1–0.2 mg/kg- IM), and ketamine (2 mg/kg- IV) (after sedation). Diazepam or midazolam (0.025–0.05 mg/kg) may be administered with ketamine to improve muscle relaxation, especially if endotracheal intubation is planned.
- Xylazine (0.2 mg/kg) and ketamine (3–4 mg/kg- IM): Provides a longer duration (15–30 minutes) of surgical anesthesia. The duration can be extended by administering ketamine (1–2 mg/kg) and xylazine (0.02–0.04 mg/kg), IV.
- An opioid, butorphanol (0.02–0.04 mg/kg), or morphine (0.05–

1.2 mg/kg) can be added to either of these drug protocols.

Ketamine-Xylazine Infusion

- 50 mg xylazine and 1.0 to 1.5 g ketamine added to 1 L electrolyte solution can be used for maintenance of surgical anesthesia for 60 minutes.

Telazol-Xylazine

Telazol has minimal muscle relaxing properties and is best combined with other drugs:

- To immobilize large bulls (800 kg): Adding 500 mg xylazine to TZ and use 3 to 5 mL of the mixture, depending on the size and demeanor of the animal, IM. Results in 45 minutes of immobilization, and the recovery is smooth.
- Add 100-150 mg of xylazine + 4- 3.5 mL ketamine to Telazol.

Ketamine-xylazine-guaifenesin infusion (triple-drip)

This mixture can be used to induce anesthesia or maintain a state of general anesthesia.

Guaifenesin is used for its muscle-relaxing effects and does not appear to have clinically significant anesthetic actions. Guaifenesin is irritant to tissues; thus, perivascular leakage must be avoided.

Induction of anesthesia with triple-drip: 50 mg xylazine and 1.0 to 1.5 g ketamine added to 1 L of 5% guaifenesin solution.

Maintenance of anesthesia with triple-drip: The above triple-drip combination should maintain a surgical plane of anesthesia in an adult bovine (500–700 kg) for approximately 60 minutes.

Guaifenesin may be purchased in bulk as a powder, and it can be made into a 5% solution and autoclaved in preparation for clinical use.

IMMOBILIZATION OF WILD AND AGGRESSIVE CATTLE

Remote delivery of drugs can be performed using a dart gun, a pole syringe, or a pistol or rifle. Under these circumstances, the volume of anesthetics and the distance of the animal from the

delivery system are limiting factors.

- Reconstitute TZ with 100 mg xylazine and 3- 4 mL ketamine to immobilize a 600 to 800-kg animal.
- Alternatively, reconstitute TZ with 300 mg xylazine.

A summary of the drugs administered for inducing recumbency and/or general anesthesia in adult cattle is included in Table 4.

Table 4
Examples of drug(s) and drug combinations for inducing recumbency or general anesthesia in adult cattle

Drug(s)	Estimated Body Weight (kg)	Total mg of Each Drug	Route of Administration	Duration of Effect (min)	Comments
Xylazine	500–600	25–50	IV	10–15	Generally induces recumbency Facilitates casting with ropes, if necessary
	500–600	50–100	IM	10–20	
Xylazine/ketamine	500–600	50/1000	IV	10–15	Short period of general anesthesia Top-up doses of ketamine (1–2 mg/kg) with xylazine (0.02–0.04 mg/kg) slowly IV to prolong effect
	500–600	100/2000	IM	15–30	
Butorphanol/xylazine/ ketamine	500–600	20/25/250	IV	20–30	Heavy sedation; Dose of ketamine can be increased to 500 mg to prolong recumbency
Telazol/xylazine	≥800	Reconstitute 500 mg Telazol with 500 mg xylazine and give 3–5 mL	IM	30–45	Heavy sedation with longer duration of recumbency and immobilization
Telazol/xylazine/ketamine	Wild/aggressive cattle (600–800 kg)	500/100/400	IM	30–45	Heavy sedation/general anesthesia, depending on animal's demeanor

From: Seddighi R and Doherty TJ (2016): Field sedation and anesthesia of ruminants. Vet Clin Food Anim 32 (2016) 553–570.

RECOVERY FROM RECUMBENCY AND GENERAL ANESTHESIA IN CATTLE

The site chosen for recovery should provide adequate footing and padding for the animal. Additionally, if deemed appropriate, the alpha-2 portion of the drug combination can be antagonized using a*lpha-2 adrenergic antagonists* including yohimbine, tolazoline, and atipamezole. Tolazoline is the most commonly used member of this group in ruminants. Overdosage or rapid intravenous administration of alpha-2 adrenergic antagonists can lead to adverse effects on the cardiovascular, respiratory, and central nervous system, and these effects can result in death. Although these compounds can be administered intravenously, the authors generally recommend intramuscular administration to decrease the likelihood of causing adverse effects.

REFERENCES

1. Abrahamsen EJ. Ruminant field anesthesia. Vet Clin North Am Food Anim Pract 2008;24:429–41.
2. Anderson DE, Gaughan EM, DeBowes RM, *et al.* Effects of chemical restraint on the endoscopic appearance of laryngeal and pharyngeal anatomy and sensation in adult cattle. Am J Vet Res 1994; 55:1196–200.
3. Blaze CA, LeBlanc PH, Robinson NE. Effect of withholding feed on ventilation and the incidence of regurgitation during halothane anesthesia of adult cattle. Am J Vet Res 1988; 49:2126–9.
4. Celly CS, Atwal OS, McDonell WN, *et al.* Histopathologic alterations induced in the lungs of sheep by use of alpha2-adrenergic receptor agonists. Am J Vet Res 1999; 60:154–61.
5. Celly CS, McDonell WN, Black WD, *et al.* Cardiopulmonary effects of clonidine, diazepam and the peripheral alpha 2 adrenoceptor agonist ST-91 in conscious sheep. J Vet Pharmacol Ther 1997; 20:472–8.
6. Coetzee JF, Gehring R, Tarus-Sang J, *et al.* Effect of subanesthetic xylazine and ketamine ("ketamine stun") administered to calves immediately prior to castration. Vet Anaesth Analg 2010; 37:566–78.
7. Coulson NM, Januszkiewicz AJ, Dodd KT, *et al.* The cardiorespiratory effects of diazepam-ketamine and xylazine-ketamine anesthetic combinations in sheep. Lab Anim Sci 1989; 39:591–7.
8. Craigmill AL, Rangel-Lugo M, Damian P, *et al.* Extralabel use of tranquilizers and general anesthetics. J Am Vet Med Assoc 1997; 211:302–4.
9. Erhardt W, Kostlin R, Seiler R, *et al.* Respiratory functional hypoxia in ruminants under general anesthesia. Tierarztl Prax Suppl 1985; 1:45–9 [in German].
10. Hodgson DS, Dunlop CI, Chapman PL, *et al.* Cardiopulmonary effects of xylazine and acepromazine in pregnant cows in late gestation. Am J Vet Res 2002; 63: 1695–9.
11. Jansen CA, Lowe KC, Nathanielsz PW. The effects of xylazine on uterine activity, fetal and maternal oxygenation, cardiovascular function, and fetal breathing. Am J Obstet Gynecol 1984; 148:386–90.
12. Kastner SB. A2-agonists in sheep: a review. Vet Anaesth Analg 2006; 33:79–96.
13. Kay RN. The rate of flow and composition of various salivary secretions in sheep and calves. J Physiol 1960; 150:515–37.
14. Leblanc MM, Hubbell JA, Smith HC. The effects of xylazine hydrochloride on intrauterine pressure in the cow. Theriogenology 1984; 21:681–90.
15. Leek BF. Digestion in the ruminant stomach. In: Swenson MJ, Reece WO, editors. Dukes' physiology of domestic animals. 11th edition. Ithaca (NY): Comstock Publishing Associates; 1993. p. 387–416.
16. Levine HD, Dodman NH, Court NH, *et al.* Evaluation of a xylazine–butorphanol combination for use during standing laparotomy in dairy cattle. Agri Pract 1992; 13:19–23.
17. Lin HC, Riddell MG. Preliminary study of the effects of xylazine or detomidine with or without butorphanol for standing sedation in dairy cattle. Vet Ther 2003; 4: 285–91.
18. Lin HC, Thurmon JC, Tranquilli WJ, *et al.* Hemodynamic response of calves to tiletamine-zolazepam-xylazine anesthesia. Am J Vet Res 1991; 52:1606–10.
19. Lin HC, Tyler JW, Wallace SS, *et al.* Telazol and xylazine anesthesia in sheep. Cornell Vet 1993; 83:117–24.
20. Lin HC, Tyler JW, Welles EG, *et al.* Effects of anesthesia induced and maintained by continuous intravenous administration of guaifenesin, ketamine, and xylazine in spontaneously breathing sheep. Am J Vet Res 1993; 54:1913–6.
21. Machado Filho LC, Hurnik JF, Ewing KK. A thermal threshold assay to measure the nociceptive response to morphine sulphate in cattle. Can J Vet Res 1998; 62:218–23.
22. Mortola JP, Lanthier C. Breathing frequency in ruminants: a comparative analysis with non-ruminant mammals. Respir Physiol Neurobiol 2005; 145:265–77.
23. Newman KD, Anderson DE. Cesarean section in cows. Vet Clin North Am Food Anim Pract 2005; 21:73–100.
24. Pascoe PJ, Pypendop BH. Comparative anesthesia and analgesia of dogs and cats. In: Grimm KA, Lemont LA, Tranquilli WJ, et al, editors. Veterinary anesthesia and analgesia. 5th edition. Ames (IA): John Wiley & Sons Inc; 2015. p. 721–1062.
25. Quandt JE, Robinson EP. Nasotracheal intubation in calves. J Am Vet Med Assoc 1996; 209:967–8.
26. Re M, Blanco-Murcia FJ, San Miguel JM, *et al.* Reversible chemical restraint of free-range cattle with a concentrated combination of tiletamine-zolazepam, ketamine, and detomidine. Can J Vet Res 2013; 77:288–92.
27. Rioja E, Kerr CL, Enouri SS, *et al.* Sedative and cardiopulmonary effects of medetomidine hydrochloride and xyla-

zine hydrochloride and their reversal with atipamezole hydrochloride in calves. Am J Vet Res 2008; 69:319–29.

28. Rizk A, Herdtweck S, Offinger J, *et al.* The use of xylazine hydrochloride in an analgesic protocol for claw treatment of lame dairy cows in lateral recumbency on a surgical tipping table. Vet J 2012; 192:193–8.
29. Ruckebusch Y, Allal C. Depression of reticulo-ruminal motor functions through the stimulation of alpha 2-adrenoceptors. J Vet Pharmacol Ther 1987; 10:1–10.
30. Sakamoto H, Misumi K, Nakama M, *et al.* The effects of xylazine on intrauterine pressure, uterine blood flow, maternal and fetal cardiovascular and pulmonary function in pregnant goats. J Vet Med Sci 1996; 58:211–7.
31. Seddighi R, Doherty TJ. Field sedation and anesthesia of ruminants. Vet Clin North Am Food Anim Pract 2016; 32: 553-570.
32. Sinclair MD. A review of the physiological effects of alpha2-agonists related to the clinical use of medetomidine in small animal practice. Can Vet J 2003; 44:885–97.
33. Smith GW, Davis JL, Tell LA, *et al.* Extralabel use of nonsteroidal anti-inflammatory drugs in cattle. J Am Vet Med Assoc 2008; 232:697–701.
34. Steffey EP. Some characteristics of ruminants and swine that complicate management of general anesthesia. Vet Clin North Am Food Anim Pract 1986; 2: 507–16.
35. Valverde A, Doherty TJ. Anesthesia and analgesia of ruminants. In: Fish RE, Brown MJ, Danneman PJ, et al, editors. Anesthesia and analgesia in laboratory animals. London: Academic Press Elsevier; 2008. p. 385–412.
36. Waterman AE, Livingston A, Amin A. Analgesic activity and respiratory effects of butorphanol in sheep. Res Vet Sci 1991; 51:19–23.73

EVALUACIÓN ULTRASONOGRÁFICA DEL ABDOMEN AGUDO EN BOVINOS

Dr. Christian Gerspach

Introducción

Los bovinos que presentan abdomen agudo son generalmente una emergencia y va asociado a dolor abdominal o distensión abdominal agudo. El médico tiene que decidir sobre un enfoque de diagnóstico apropiado y sobre las opciones de tratamiento. El dolor abdominal puede provenir de órganos gastrointestinales (como el vólvulo abomasal, la obstrucción intestinal, intususcepción o íleo) u órganos no gastrointestinales (como la obstrucción urinaria, la pielonefritis, la torsión uterina o la colestasis).

Un examen físico completo es la base de un buen diagnóstico. Las pruebas auxiliares pueden ayudar a hacer un diagnóstico exacto y a estimar mejor el pronóstico, lo que también puede ser importante por razones económicas.

La ultrasonografía es una extensión ideal del examen físico para la evaluación de los trastornos abdominales en el ganado vacuno. Esta herramienta se utiliza para localizar mejor una lesión y confirmar un diagnóstico clínico. La ultrasonografía también se ha convertido en una herramienta importante para tomar una decisión en la cirugía abdominal en el ganado vacuno. Las indicaciones más comunes para la ultrasonografía abdominal son la reticuloperitonitis traumática, la obstrucción intestinal y el desplazamiento del abomaso. Si el análisis de sangre revela sospecha, se puede examinar el abdomen en busca de un absceso.

Técnica de examen

Se realiza un examen completo del abdomen, siguiendo un procedimiento lógico. Sobre la base de un diagnóstico provisional, se puede realizar un examen de la región de interés. Pero es posible que se pasen por alto hallazgos importantes. Se examinan ambos lados del abdomen. Se corta el pelo y se aplica alcohol en la piel, seguido de un gel de ultrasonido. Alternativamente, el pelo puede ser empapado con agua o alcohol. Esto lleva menos tiempo, pero disminuye la calidad de las imágenes.

El examen comienza en el lado izquierdo, ventral en el retículo, seguido por el bazo y el rumen. En el lado derecho se visualizan el intestino delgado y grueso, el riñón derecho, el hígado, el omaso y el abomaso. Dependiendo de la etapa del embarazo, el útero se puede ver a ambos lados. La ecografía rectal es útil para evaluar el útero, el riñón izquierdo, el uréter, la vejiga urinaria y la cavidad pélvica.

Retículo

El retículo se puede visualizar en el aspecto ventral del tórax, a izquierda y derecha del esternón. Comenzando por el lado izquierdo, se evalúa la estructura de la pared, la motilidad y las estructuras cercanas. Las capas de la pared reticular sólo se pueden visualizar en bovinos con ascitis. Los cuerpos extraños dentro del retículo no pueden ser detectados por ultrasonido.

Para evaluar la motilidad reticular, se observa el retículo durante un período de tres minutos. En 3 minutos el retículo tiene 3 contracciones bifásicas, de las cuales la primera fase está incompleta. En las vacas que están rumiando hay una tercera fase. Junto al aspecto caudal del retículo, se puede ver el saco ciego craneodorsal del rumen. El abomaso se puede visualizar entre el retículo y el rumen. El bazo puede estar ubicado entre el peritoneo y el retículo.

En los bovinos con reticuloperitonitis, el líquido abdominal libre y los depósitos de fibrina a menudo se visualizan en la serosa reticular y en las estructuras cercanas al retículo. También se pueden encontrar abscesos junto al retículo. En estos casos, se debe realizar un examen completo del abdomen para diferenciar la peritonitis local de la peritonitis generalizada. También se puede detectar ascitis no inflamatoria (líquido anecoico) junto al retículo.

La motilidad puede estar restringida por adherencias. En las vacas que están estresadas, el número de contracciones disminuye y el intervalo entre contracciones es más largo. En bovinos con indigestión vagal la motilidad reticular puede ser reducida, normal o aumentada. Los bovinos con estenosis funcional proximal a menudo tienen hipermotilidad reticular. Sin embargo, en base a la motilidad reticular, la estenosis funcional proximal y distal no se puede diferenciar y la motilidad normal no descarta la indigestión vagal. Junto con los signos clínicos característicos, la ultrasonografía puede apoyar el diagnóstico de la indigestión vagal.

Rumen

El rumen se puede visualizar en la pared abdominal izquierda. La pared aparece ecogénica y el contenido del rumen generalmente no puede ser visualizado. Al mover la sonda de dorsal a ventral, se observa el saco dorsal, el surco ruminal y el saco ventral. En bovinos con peritonitis la fibrina puede estar localizada en el surco ruminal. El líquido, la fibrina o los abscesos entre el saco ruminal ventral y la pared izquierda del cuerpo son hallazgos típicos de la bursitis omental. La peritonitis local de la perforación del rumen también se puede visualizar desde el lado izquierdo.

Abomaso

Mediante ultrasonografía se puede evaluar el tamaño, la posición y el contenido del abomaso. El abomaso se ve caudal del xifoideo desde la línea media ventral y en la región paramediana izquierda y derecha. El píloro generalmente se puede visualizar ventralmente en el lado derecho. La pared del abomaso aparece como una delgada línea ecogénica. Se puede ver el contenido de abomaso, así como los pliegues abomasales.

En las vacas con desplazamiento izquierdo del abomaso, el abomaso se ve entre la pared izquierda del cuerpo y el rumen. Moviendo la sonda de dorsal a ventral, dentro de los últimos tres espacios intercostales, se puede ver el casquillo de gas abomasal, seguido de la ingesta y los pliegues abomasales. Algunas veces, el píloro se visualiza entre la pared izquierda del cuerpo y el rumen.

En las vacas con desplazamiento derecho del abomaso, el abomaso se ve dentro de los últimos tres o cuatro espacios intercostales a la derecha. El abomaso desplazado y dilatado desplaza al hígado de su posición habitual. El desplazamiento abomasal y el volumen abomasal no pueden ser diferenciados con la ultrasonografía.

La estenosis funcional y mecánica del píloro u obstrucción intestinal provoca la dilatación del abomaso. El abomaso está distendido, lleno de ingesta líquida, pero no desplazado.

Las úlceras abomasales tipo 3 pueden causar una peritonitis local, que parece similar a la peritonitis causada por el **hardware.** Las úlceras abomasales tipo 4 causan una peritonitis generalizada, con líquido abdominal libre, fibrina y adherencias.

Intestino

Para la ecografía del intestino delgado, es necesario examinar el área desde el coxal derecho hasta el octavo espacio intercostal y desde los procesos transversales de las vértebras hasta la línea alba del lado derecho. Se evalúa el diámetro, el contenido y la motilidad. Por lo general, la ingesta se puede ver dentro de las curvas intestinales. El diámetro es de 2 - 4 cm. El duodeno se observa cerca del hígado y la vesícula biliar. Normalmente se encuentra en el décimo y undécimo espacio intercostal. El diámetro de la parte craneal del duodeno es de 0,9 - 5 cm.[11] El yeyuno y el íleon no pueden ser diferenciados. El intestino delgado se mueve constantemente.

El diámetro y la motilidad son los parámetros más importantes para diagnosticar el íleo. En los bovinos con obstrucción intestinal o íleo, la motilidad es reducida o inexistente. El diámetro de las curvas es superior a 3,5 cm. Si se observan menos de 5 dilatados, lo más probable es que se presente un íleo (duodeno) proximal. Si se observan más de 5 dilatados, es más probable el íleo distal (yeyuno o íleon). En las vacas con íleo, el diámetro de las curvas dilatadas no cambia. A menudo se ven curvas vacías adyacentes a las curvas dilatadas. El contenido intestinal líquido parece anecoico. En las vacas con síndrome de intestino hemorrágico, los coágulos sanguíneos aparecen hiperecoicos. Sólo en el 19% de las vacas con síndrome de intestino hemorrágico se observan coágulos de sangre en la ultrasonografía. Las intususcepciones intestinales a veces dan como resultado una apariencia de “ojo de buey” del intestino invaginado. Este hallazgo es también ocasional en bovinos con intususcepción intestinal. En casos de perforación incompleta del intestino, se puede observar líquido libre o fibrina.

Un ciego dilatado se puede visualizar desde el flanco derecho. En un ciego lleno de gas sólo se puede visualizar la pared hacia la pared del cuerpo.

Hígado

La colestasis es una causa común de cólicos en el ganado. Por lo tanto, el hígado debe ser incluido en el diagnóstico del abdomen agudo. Especialmente los conductos biliares y la vesícula biliar necesitan ser evaluados para excluir o diagnosticar la colestasis.

Riñones

El riñón derecho se examina sobre la fosa paralumbar derecha y en el último espacio intercostal. El riñón izquierdo y la vejiga urinaria pueden abordarse mediante ecografía transrectal. Por lo general, no es posible evaluar los riñones enteros.

En las vacas con pielonefritis, se observan residuos hiperecogénicos en el seno renal y los cálices. Los quistes aparecen redondos a ovalados y anecoicos. A menudo son unilaterales. Si los riñones son normales, los quistes son hallazgos incidentales.

En pacientes con sospecha de urolitiasis, se indica un examen de todo el tracto urinario. Los cálculos urinarios son hiperecoicos y proyectan sombras acústicas.

Especialmente en pielonefritis y urolitiasis es importante diferenciar entre lesiones renales unilaterales y bilaterales, que afectan significativamente el pronóstico.

Bibliografía

Incluidas en la version inglesa

ENGLISH VERSION ▾

ULTRASONOGRAPHIC EVALUATION OF THE ACUTE ABDOMEN IN CATTLE

Dr. Christian Gerspach

Introduction

Cattle with acute abdomen is usually presented as an emergency and is associated with abdominal pain or severe abdominal distension. The clinician has to decide upon an appropriate diagnostic approach and a treatment options. Abdominal pain can originate from gastrointestinal organs (such as abomasal volvulus, intestinal obstruction, intussusception or ileus) or non-gastrointestinal organs (such as urinary obstruction, pyelonephritis, uterine torsion or cholestasis).

A complete physical examination is the base of a good diagnostic work up. Ancillary tests can help to make an exact diagnosis and to better estimate the prognosis, which can also be important for economic reasons.

Ultrasonography is an ideal extension of the physical examination for the evaluation of abdominal disorders in cattle. This tool is used to better locate a lesion and to confirm a clinical diagnosis. Ultrasonography has also become an important tool to make a decision in abdominal surgery in cattle. The most common indications for abdominal ultrasonography are traumatic reticuloperitonitis, intestinal obstruction, and displacement of the abomasum. If blood analysis reveals suspicion, the abdomen can be screened for an abscess.

Examination technique

A complete examination of the abdomen is performed, following a logical procedure. Based on a tentative diagnosis, an examination of the region of interest can be performed. But important findings might be missed. Both sides of the abdomen are examined. The hair is clipped and alcohol is applied to the skin, followed by ultrasound gel. Alternatively, the hair can be soaked with water or alcohol. This takes less time, but the quality of the images is reduced.

The examination starts on the left side, ventral at the reticulum, followed by the spleen and the rumen. On the right side the small and large intestine, right kidney, liver, omasum, and the abomasum are visualized. Depending on the stage of pregnancy the uterus can be seen on either side. Rectal ultrasound is useful to evaluate uterus, left kidney, ureter, urinary bladder, and the pelvic cavity.

Reticulum

The reticulum can be visualized at the ventral aspect of the thorax, left and right to the sternum. Starting on the left side, the structure of the wall, the motility and structures nearby are evaluated. The layers of the reticular wall can only be imaged, in cattle with ascites. Foreign bodies inside the reticulum cannot be detected by ultrasound. In order to evaluate the reticular motility, the reticulum is observed over a period of three minutes. Within 3 minutes the reticulum has 3 biphasic contractions, of which the first phase is incomplete. In cows that are ruminating there is a third phase. Next to the caudal aspect of the reticulum, the craniodorsal blind sac of the rumen can be seen. The abomasum might be imaged between reticulum and rumen. The spleen may be located between peritoneum and reticulum.

In cattle with reticuloperitonitis, free abdominal fluid and fibrin deposits are often imaged on the reticular serosa and structures nearby the reticulum. Also abscesses can be found next to the reticulum. In these cases, a complete examination of the abdo-

men should be performed, in order to differentiate local from generalized peritonitis. Also non-inflammatory ascites (anechoic fluid) can be detected next to the reticulum.

The motility may be restricted by adhesions. In cows that are stressed the number of contraction decreases and the interval between contractions is longer. In cattle with vagal indigestion the reticular motility may be reduced, normal or increased. Cattle with proximal functional stenosis often have reticular hypermotility. However, based on reticular motility proximal and distal functional stenosis cannot be differentiated and normal motility does not rule out vagal indigestion. In conjunction with characteristic clinical signs ultrasonography can support the diagnosis of vagal indigestion.

Rumen

The rumen can be imaged at the left abdominal wall. The wall appears echogenic and ruminal contents usually cannot be imaged. Moving the probe from dorsal to ventral, the dorsal sac, the ruminal groove and the ventral sac are seen. In cattle with peritonitis fibrin can be located in the ruminal groove. Fluid, fibrin or abscesses between the ventral ruminal sac and the left body wall are typical findings in omental bursitis. Local peritonitis from rumen perforation can also be imaged from the left side.

Abomasum

Using ultrasonography, size, position, and content of the abomasum can be assessed. The abomasum is seen caudal of the xyphoid from ventral midline and in the left and right paramedian region. The pylorus usually can be imaged ventrally on the right side. The wall of the abomasum appears as a thin echogenic line. The abomasal content can be seen, as well as the abomasal folds.

In cows with left displacement of the abomasum the abomasum is seen between the left body wall and the rumen. Moving the probe from dorsal to ventral, within the last three intercostal spaces, the abomasal gas cap can be seen, followed by ingesta and abomasal folds. Sometimes the pylorus is imaged between left body wall and rumen.

In cows with right displacement of the abomasum, the abomasum is seen within the last three to four intercostal spaces on the right. The displaced and dilated abomasum displaces the liver from its usual position. Abomasal displacement and abomasal volvolus cannot be differentiated by ultrasonography.

Functional and mechanic stenosis of the pylorus or intestinal obstruction results in dilation of the abomasum. The abomasum is distended, filled with liquid ingesta, but not displaced.

Type 3 abomasal ulcers can cause a local peritonitis, which appears similar to peritonitis caused by hardware. Type 4 abomasal ulcers cause a generalized peritonitis, with free abdominal fluid, fibrin and adhesions.

Intestine

For ultrasonography of the small intestine, the area from the right tuber coxae to the eighth intercostal space and from the transverse processes of the vertebrae to the linea alba on the right side needs to be examined. Diameter, contents and motility are assessed. Usually the ingesta can be seen within the intestinal loops. The diameter is 2 – 4 cm. The duodenum is seen close to the liver and gallbladder. It is usually located within the tenth and eleventh intercostal space. The diameter of the cranial part of the duodenum is 0.9 – 5 cm.[11] The jejunum and the ileum cannot be differentiated. The small intestines are constantly moving.

Diameter and motility are the most important parameters to diagnose ileus. In cattle with intestinal obstruction or ileus, the motility is reduced or absent. The diameter of the loops is more than 3.5 cm. If less than 5 dilated loops are seen a proximal ileus (duodenum) is most likely. If more than 5 dilated loops are seen distal ileus (jejunum or ileum) is more likely. In cows with ileus, the diameter of dilated loops does not change. Oftentimes empty loops are seen adjacent to dilated loops. Liquid intestinal contents appear anechoic. In cows with hemorrhagic bowel syndrome blood clots appear hyperechoic. Only in 19 % of cows with hemorrhagic bowel syndrome blood clots are seen on ultrasonography. Intestinal intussusceptions sometimes results in a bull's eye appearance of the invaginated intestine. This finding is also occasional imaged in cattle with intussusception. In cases of incomplete perforation of the intestine, free fluid or fibrin can be seen.

A dilated cecum can be imaged from the right flank. In a gas filled cecum only the wall towards the body wall can be imaged.

Liver

Cholestasis is a common reason for colic in cattle. Therefore, the liver should be included in the diagnostics of the acute abdomen. Especially the bile ducts and the gall bladder need to be evaluated to exclude or diagnose cholestasis.

Kidneys

The right kidney is examined over the right paralumbar fossa and in the last intercostal space. The left kidney and the urinary bladder can be approached by transrectal ultrasonography. Usually, it is not possible to evaluate the entire kidneys.

In cows with pyelonephritis, hyperechogenic debris is seen in the renal sinus and calices. Cysts appear round to oval and anechoic. They are often unilateral. If the kidneys are otherwise normal, cysts are incidental findings.

In patients with suspected urolithiasis an examination of the entire urinary tract is indicated. Urinary calculi are hyperechoic and cast acoustic shadows.

Especially in pyelonephritis and urolithiasis it is important to differentiate between unilateral and bilateral kidney lesions, which significantly affect the prognosis.

Literature

- Braun U, Nuss K, Knubben-Schweizer G, Gerspach C. The use of ultrasonography for diagnosing the cause of colic in cows. A review. Tierarztl Prax Ausg G Grosstiere. 2011;39(5):289-98.
- Braun U. Ultrasound as a Decision-Making Tool in Abdominal Surgery in Cows. Vet Clin Food Anim. 2005;21:33.
- Braun U, Forster E, Steininger K, Irmer M, Gautschi A, Previtali M, Gerspach C, Nuss K. Ultrasonographic findings in 63 cows with haemorrhagic bowel syndrome. Vet. Rec. 2010;166:79.
- Floeck M. Ultrasonography of Bovine Urinary Tract Disorders. Vet Clin Food Anim. 2009;25:651.

LA ANALGESIA EN BOVINOS

Reza Seddighi, DVM, MS, PhD, Dip ACVAA

INTRODUCCIÓN

Muchos de los procedimientos quirúrgicos en el ganado pueden llevarse a cabo bajo sedación ligera (de pie) o profunda (yaciente), sin embargo, el realizar un procedimiento nocivo (doloroso) requiere implementar estrategias analgésicas adecuados, no sólo para realizar el procedimiento de forma segura, sino también para llevar a cabo un procedimiento humano en el animal. Además, el uso de métodos y fármacos analgésicos permiten al veterinario realizar el procedimiento con dosis más bajas de estos fármacos y por lo tanto, tiene que ocuparse menos de los efectos negativos de dichas drogas (principalmente depresión respiratoria y cardiovascular).

Para responder adecuadamente a las necesidades analgésicas del animal se pueden planificar muchas opciones de medicamentos y técnicas, basados en el animal, y el tipo y la ubicación del procedimiento. Independientemente, los principios del tratamiento analgésico incluyen el uso de analgesia preventiva y el uso de analgesia multimodal. La analgesia multimodal es proporcionar analgesia a través de diferentes métodos, caminos y utilizando diferentes clases de analgésicos. La analgesia multimodal puede incluir el uso de analgésicos sistémicos (opioides y AINEs), la realización de bloqueos nerviosos, bloqueos regionales y locales usando anestésicos locales y opioides. La combinación de estos métodos produce una analgesia más eficaz con menos efectos adversos ya que se disminuye la dosis de cada medicamento utilizado.

Analgésicos:

Agonistas Adrenérgicos Alfa-2

Múltiples miembros de este grupo de medicamentos se usan comúnmente para inducir a la sedación y analgesia dosis-dependiente en varias especies, incluyendo bovinos. Estos medicamentos pueden ser utilizados sistemáticamente y en combinación con otros fármacos (opioides) en bloqueos locales (bloqueos nerviosos) y bloques regionales (epidural).

Los opioides

Los receptores opioides (mu, kappa y delta) se propagan en el cuerpo, sobre todo en el SNC y genera varios efectos beneficiosos (analgesia y sedación) y posibles efectos adversos (excitación y el íleo paralítico).

La morfina

La morfina es un agonista opioide que actúa en todos los receptores opioides y proporciona analgesia y sedación. La duración de la acción de la morfina sistémica es de aproximadamente 4-6 horas, pero la administración epidural dura hasta 12 horas. En el ganado vacuno, la morfina se ha demostrado beneficiosa en el alivio del dolor en el perineo (casos obstétricos), la parte posterior del abdomen, las enfermedades intestinales, y la cojera. La morfina puede administrarse en el espacio epidural sacrocoxígea. Los efectos secundarios debidos a la administración de morfina pueden incluir bradicardia, depresión respiratoria, hipotensión, estreñimiento y retención de orina. Las dosis altas pueden causar excitación.

El butorfanol

El butorfanol es un opiode agonista (en receptor kappa) y antagonista (en receptor mu) y por lo tanto, tiene menos efectos adversos en comparación con la morfina, pero no se considera un analgésico eficaz. El butorfanol tiene una duración de la actividad relativamente corta. No obstante, el butorfanol puede causar algunos efectos excitadores como caminar o temblar compulsivamente. El butorfanol es usado en combinación con agonistas alfa-2 (y ketamina) para proporcionar diferentes grados de sedación y analgesia en el ganado.

Otros analgésicos:

Ketamina

La ketamina es una medicación anestésica y analgésica. Su efecto analgésico es mediante el bloqueo de los receptores N-metil-D-aspartato (NMDA), principalmente responsables del wind-up y el dolor crónico. La Ketamina combinada con opioides y agonistas alfa-2 se utiliza para proporcionar sedación y analgesia en el ganado.

Lidocaína

Como un bloqueador de los canales de Na, la lidocaína se conoce como el agente anestésico local más usado para bloquear la estimulación y conducción nerviosa. Sin embargo, el uso sistémico de la lidocaína en forma de una infusión da como resultado múltiples efectos beneficiosos incluyendo analgesia, efecto antinflamatorio, el barrido de especies de oxígeno reactivo (EOR), anti-compactación íleo y efecto antiarrítmico. En la práctica del autor, la infusión de lidocaína se utiliza a menudo, en conjunción con otros medicamentos sistémicos y bloqueo locorregional, en procedimientos dolorosos en una gran variedad de especies, incluyendo el ganado para controlar el dolor y la inflamación.

NSAIDS (AINES)

Los medicamentos antiinflamatorios no esteroideos (AINES) tienen efectos analgésicos, antipiréticos y antinflamatorios. Los AINEs disponibles actualmente están indicadas para el tratamiento del dolor leve a moderadamente severa, aguda y crónico, la inflamación y la pirexia. Los medicamentos antinflamatorios no esteroideos difieren ampliamente en potencia y eficacia terapéutica. Los AINEs obtienen gran parte de sus propiedades antinflamatorias de su capacidad para inhibir la síntesis de prostaglandinas. Los fosfolípidos de la membrana de la célula se descomponen en ácido araquidónico durante la inflamación. Minimizar las prostaglandinas y sus efectos es muy importante para el manejo del dolor. Las prostaglandinas son liberadas en respuesta a una lesión y tienen la capacidad de provocar vasodilatación, eritema, y hiperalgesia. La prostaglandina E2 es importante en relación con el dolor y el trauma tisular. Tromboxano es importante debido a los efectos sobre las plaquetas. Con el tejido dañado se da la agregación plaquetaria, y esto, a su vez, se traduce en una trombosis. Las prostaglandinas están formadas por cualquiera de las dos isoformas de enzimas ciclooxigenasas. Dos tipos de estas enzimas incluyen la ciclooxigenasa-1 (COX-1) y la ciclooxigenasa-2 (COX-2). La ciclooxigenasa-1 (COX-1) interviene en la formación de prostaglandinas constitutiva producidas por muchos tejidos, incluyendo las células gastrointestinales, plaquetas, células endoteliales y células renales. Las prostaglandinas generadas a partir de la COX-1 están presentes constantemente y difunden una variedad de efectos fisiológicos normales. Estos incluyen la protección de la mucosa gastrointestinal, la hemostasia y el riñón cuando está sometido a insulto hipotensivo. La ciclooxige-

nasa-2 (COX-2) cataliza la formación de prostaglandinas inducibles, las cuales son necesarias sólo intermitentemente. Hay un enorme espectro de reacciones a los AINEs, principalmente problemas gastrointestinales, hepáticas y renales.

Algunos de los ejemplos conocidos de los AINEs en el ganado son las siguientes:

- *Flunixin Meglumine:* En el ganado vacuno, el flunixin puede utilizarse para controlar la pirexia asociada con la enfermedad respiratoria bovina y la endotoxemia y para controlar la inflamación en la endotoxemia. Dosificación: Ganado vacuno: 2.2 mg/kg de peso corporal, IV, una vez al día durante 5 días.

Tiempo de espera: Carne - 5 días, Leche- 1 día

- *Meloxicam:* El meloxicam inhibe de forma selectiva la enzima ciclooxigenasa-2 (COX-2) y así reduce el dolor y la inflamación inhibiendo la síntesis de prostaglandinas. Es un eficaz antinflamatorio y analgésico, generalmente libre de efectos secundarios gastrointestinales importantes. Se utiliza para en el dolor agudo y crónico a corto plazo.

Dosificación: 0.5- 1.0 mg/kg una vez al día, IV, IM, Oral.

Se recomienda una retirada de la carne de 21 días y de la leche de 96 horas tras la administración de meloxicam (Hans Coetzee, Kansas State University).

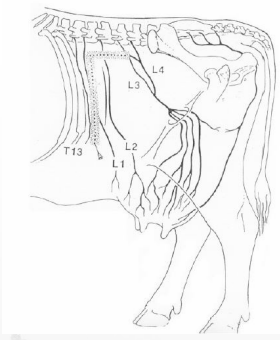
TECNICAS ANALGESICAS LOCO-REGIONAL EN BOVINOS

Anestesia del flanco:

Para realizar procedimientos quirúrgicos en el flanco del ganado, son posibles varias técnicas de bloqueo local, incluyendo la infiltración local, el bloqueo-L invertida y el bloqueo regional paravertebral.

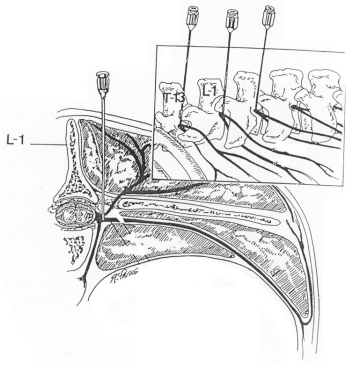
Bloqueo Paravertebral:

Esta técnica se usa ampliamente para la cirugía abdominal en los bovinos que están de pie y también puede ser utilizado en las ovejas y las cabras. La técnica es relativamente fácil y se utiliza menos solución anestésica que para la infiltración local de la zona. Puede haber problemas en encontrar las marcas de referencia en animales gordos. Generalmente, es necesario bloquear T13, L1 y L2 y estos nervios pueden ser bloqueados de forma “proximal” o de forma “distal”.

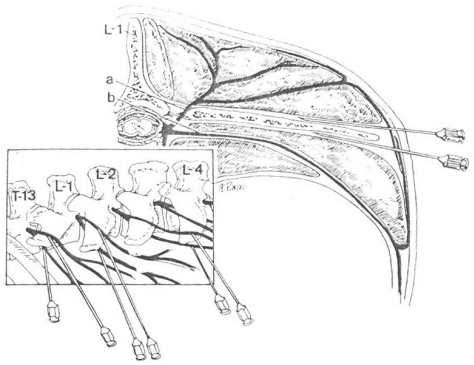




Bloqueo proximal - La aguja (3-4 ins) se inserta en paralelo a la línea media lo más cerca posible de la espina dorsal y la solución (~5ml) se deposita por encima del ligamento intertransverso y 10-15ml justo debajo.



Bloqueo distal - el anestésico local se deposita por encima y por debajo del correspondiente proceso transversal. Los nervios T13 y L1 se bloquean en las vértebras lumbares L1 y L2, respectivamente. Generalmente, se recomienda que el nervio L2 se bloquee en el proceso transversal de L4 ya que su rama dorsal está más cerca de la punta del proceso transversal de L4 que al de L3. En realidad, puede ser bloqueado en cualquier sitio si la aguja es lo suficientemente larga.



La Anestesia Epidural

La anestesia epidural se utiliza frecuentemente en los rumiantes, especialmente en ganado adulto**,** en procedimientos donde están en pie. Más comúnmente, al ganado se le da una **epidural caudal/posterior** para bloquear la sensación en el perineo. Por ejemplo, durante una manipulación obstétrica la epidural caudal/posterior evitará el esfuerzo.

Una epidural **posterior** permite al animal

(1) Permanecer de pie

(2) Sólo bloquea el Perineo

Dosis: 6-10 ml de lidocaína en una vaca o caballo adulto.

Sitio: Espacio C1-C2.

Epidural Anterior: Significa que la anestesia ha bloqueado la zona anterior a e incluyendo el origen del nervio femoral (L4, 5, 6). Esto sucederá si (1) el volumen de la inyección es lo suficientemente grande como para viajar hacia adelante desde el sitio de inyección posterior o (2) si la solución anestésica local se deposita en el espacio lumbosacra.

En los rumiantes, debido a la diferencia con el temperamento del caballo, es factible realizar anestesia epidural anterior. Puede ser necesario mantener al animal yacente hasta que el bloqueo se ha desgastado y las extremidades posteriores pueden necesitar ser atados para evitar que el animal se abra de patas cuando intente ponerse en pie. **Dosis:** 20ml de lidocaína para una vaca adulta.

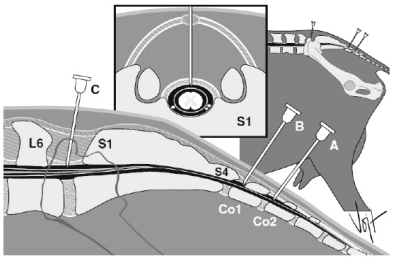


Figure 6-3 Locations for cranial and caudal epidural in a goat. The locations are similar for the cow and sheep. The sacrococcygeal location is usually ossified in the adult cow.

(From Muir WW, Hubbell JAE, Skarda RT, Bednarski R: *Handbook of veterinary anesthesia*, ed 3, St Louis, 2000, Mosby.)

Bloqueo del Nervio para el Descornado: Ganado

La inervación sensorial del cuerno es a partir del 5º nervio craneal como se describe a continuación:

1. La inervación principal es desde la rama cornual de la división superficial del nervio trigémino. El nervio pasa a través del tejido periorbitario dorsalmente y se extiende a lo largo de la cresta frontal a la base del cuerno. El bloqueo es más fácil de realizar a 2-3 cm por delante del cuerno, donde el nervio está a sólo 1-2 mm dentro del margen de la cresta frontal. Palpe la cresta frontal y depositar unos 5 mL de anestésico local a una profundidad de ½ a 1 cm. Deje al menos 10 minutos para que el bloqueo se produzca.

2. En algunos animales, especialmente en los adultos, el aspecto posterior del cuerno recibe inervación de los nervios cervicales. De manera que se logra una anestesia mas completa por infiltración local alrededor de la cara posterior de la base del cuerno.

3. El ***nervio frontal*** sale del seno frontal y no es posible bloquearlo directamente.

Bloqueo del Nervio para el Descornado: Cabra

El suministro de nervios al cuerno de una cabra es muy extenso.

Dos nervios deben ser bloqueados:

1. Rama Cornual del nervio lagrimal.

2. Rama Cornual del nervio infratroclear.

N Lagrimal:: Inserte la aguja lo más cerca posible de la cresta caudal de la raíz del proceso supraorbital a una profundidad de 1-1,5 cm.

Infratroclear N: Inserte la aguja en el aspecto dorsomedial de la órbita donde el nervio se palpa bajo la piel.

Bloqueo del anillo: La mejor forma de asegurar un bloqueo completo.

Precaución: Es posible la toxicidad por lidocaína cuando se utiliza un bloqueo local en animales pequeños. Los signos más obvios de la toxicidad implican el SNC y se manifiestan como convulsiones.

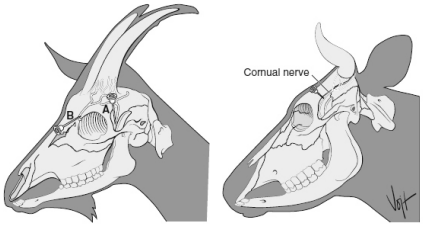


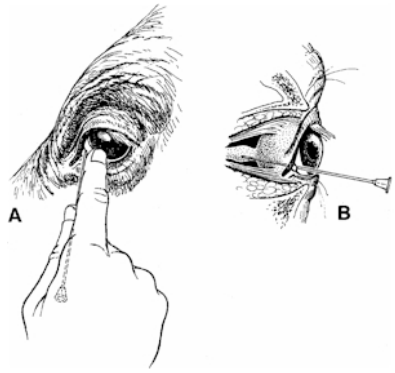
Figure 6-5 Cornual nerve block in the cow and the goat. Note the additional location for infiltration in the goat.

(From Muir WW, Hubbell JAE, Skarda RT, ;Bednarski R: *Handbook of veterinary anesthesia*, ed 3, St Louis, 2000, Mosby.)

Anestesia del Ojo

La cirugía del ojo y de los párpados se puede realizar bajo un bloqueo nervioso local. La anestesia completa del ojo se puede realizar con (1) un bloqueo retrobulbar o (2) Bloqueo de Peterson.

Bloqueo Retrobulbar: Usando 4 puntos de inyección, se deposita el anestésico alrededor del globo.



Bloqueo de Peterson: El Bloqueo del Ojo de Peterson se puede utilizar para proporcionar analgesia para la enucleación. Desafortunadamente, la técnica es complicada y no siempre tiene éxito. Una aguja (curva) de 10cm (4,5 pulgadas) se utiliza para pasar la apófisis coronoide de la mandíbula y alcanzar el foramen orbitorotundum en el hueso palatino. La aguja se inserta en el ángulo formado por el proceso cigomático y supraorbital y avanza con la concavidad de la aguja apuntando caudalmente. La curva ayuda a pasar alrededor del proceso coronoide.



Anestesia Regional Intravenosa (IVRA- Bier`s Block)

Este bloqueo se utiliza para anestesia de la extremidad distal (dígitos) en procedimientos tales como la amputación de dígitos y los mejores resultados se obtienen cuando el animal está en decúbito lateral.

Para realizar el bloqueo, se incorporará la lidocaína (hasta 2 mg/kg) en la vena local tras la colocación de un torniquete apretado.

Precaución:

- No debe usarse bupivacaína ya que es cardiotóxico.
- Se puede mantener puesto el torniquete por un máximo de 45- 60 minutos.

El procedimiento puede ser doloroso si el torniquete se aplica mucho tiempo o si la presión es demasiado.

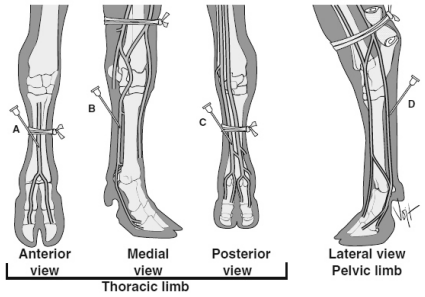


Figure 6-6 Intravenous regional anesthesia of the distal limb in the bovine. The suggested sites are only for reference; any visible or palpable vessel may be used.

Acupuntura en Bovinos

La acupuntura (AP) es una práctica con más de 2000 años de historia y fue reclamada para traer de vuelta "la armonía y el equilibrio" al cuerpo.



Basándose en las creencias tradicionales de AP, la energía del cuerpo (Qi) fluye a través de los canales (meridianos) en el cuerpo y las alteraciones en el flujo de Qi son la causa de las enfermedades.

Sin embargo, con los avances en la medicina y la fisiología, ahora somos conscientes de que los puntos Ap son haces neurovasculares y estos puntos están situados cerca de los principales nervios, vasos sanguíneos y linfáticos. Estos lugares son también ricos en el sistema nervioso autonómico.

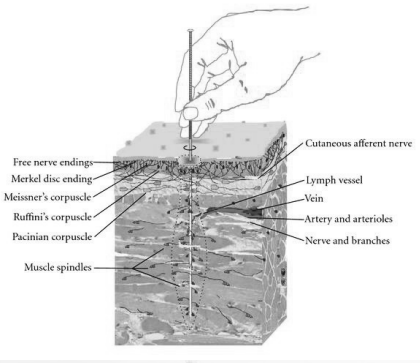
Realizar AP da resultado en efectos locales y estimula los cambios neurohormonales en SNC y el efecto más prometedor de la AP es el tratamiento del dolor agudo y crónico, como parte de la estrategia de manejo del dolor multimodal.

Mecanismos de acción de AP:

- Los tejidos Periféricos Locales
- El sistema nervioso Central (Espinal y Supraespinal)

La estimulación de la unidad de Acupuntura Neural (NAU) en el punto AP dará como resultado la estimulación de las terminaciones nerviosas, las células inmunomoduladoras (mastocitos), las glándulas, los músculos y los husillos de fibras de colágeno.

El bobinado de las fibras de colágeno y elastina alrededor de la aguja tendrá como resultado un acoplamiento entre la aguja y el tejido conectivo (de fuerza) y la deformación de la matriz de colágeno. Los últimos resultados en la estimulación de los fibroblastos, la vasculatura, y terminaciones nerviosas.



Axon reflex da lugar a una cascada de liberación de sustancias, dilatación de los vasos sanguíneos, y la activación de los mastocitos y más manipulación produce un cambio mayor en el flujo sanguíneo.

• Los Neuropéptidos (CGRP, factor de crecimiento del tejido Nervioso, la sustancia P, péptido activo vasointestinal) serán liberados y en conjunción con los cambios del flujo sanguíneo local dan lugar a la curación y el alivio del dolor.

Mecanismo del efecto Analgésico del AP:

Este efecto implica opioide, adrenérgicos, serotonina y los receptores de la dopamina.

Péptidos opioides

- La AP aumenta la concentración de péptidos opioides (beta-endorfinas) en el LCR y el plasma y la analgesia resultante puede revertirse con antagonistas opiáceos.
- La estimulación eléctrica de baja frecuencia (2-4 Hz) provoca la liberación de beta-endorfinas, enkephalin y orphanin y tiene efectos más duraderos.
- Unas frecuencias eléctricas superiores (80-100 Hz) darán lugar a la liberación de serotonina y noradrenalina.

Los receptores 5HT3 y la noradrenalina

• Estos son los principales neurotransmisores en la modulación de las vías de dolor descendentes.

Modulación del Receptor N-metil-D-aspartato (NMDA)

• La modulación NMDA produce analgesia en sensibilización espinal, hiperalgesia y un estado de alodinia y el efecto de AP fue similar a la administración intratecal de antagonistas de NMDA.

La oxitocina

• Es un importante neurotransmisor en la modulación del dolor y AP aumenta la oxitocina en SNC (Yang, J. et al 2007).

La Proteina Reaciva Calcitonina G (CGRP)

- El CGRP es un potente vasodilatador con un papel significativo en las vías del dolor y la curación y se libera con AP.

Mediadores inflamatorios (lipopolisacáridos, IL-1ß, IL-6, TNF-α)

• Estos mediadores tienen mayores concentraciones en el dolor crónico y la artritis y su concentración se reduce con AP.

Estimulación del sistema nervioso autónomo:

- La estimulación ANS da lugar a efectos de AP espinal y supraespinal (hipotálamo) y por ejemplo en condiciones simpáticas hiperactivas (como dolor severo) es beneficioso estimular el sistema parasimpático.
- En contraste, en algunas condiciones metabólicas bajas tales como cicatrización lenta, es beneficioso estimular el sistema simpático (estimulación del nervio espinal Torácica y Lumbar).

El espasmo Muscular y los puntos Gatillo

Los puntos Gatillo miofasciales

• Son pequeños "nudos" de las fibras musculares y provocan alteración en la postura, sobrecarga aguda, traumatismos y sobreuso muscular crónico. Estos puntos son hiperirritables, de lenta curación y persistentemente dolorosos.

- El dolor y la inflamación son los resultados de la circulación local reducida, la mala oxigenación y el pH bajo.

AP en los Puntos Gatillo

• La AP dará lugar a efectos locales (aumento en el flujo sanguíneo y desencadenar la curación) y analgesia central (a través

de la estimulación de las fibras Aδ cuando hay dolor agudo).

- También da como resultado la activación de interneuronas inhibitorias enkephalinergic en el asta dorsal (el límite entre la lámina I y II) de la médula espinal y bloquea el dolor (C entrada aferente de la piel y el músculo).

Un ejemplo del efecto de la acupuntura en la recuperación del daño del nervio en un animal grande (caballo) puede encontrarse en https://www.youtube.com/watch?v=1Ou3Cz1e48A.

Acupuntura en condiciones bovinas:

Los beneficios clínicos de la acupuntura en bovinos han sido mostrados y documentados en la práctica clínica. Aquí hay algunos ejemplos más específicos:

La infecundidad y la disminución de la libido- El punto de acupuntura "bai hui" puede ser útil en el tratamiento de diversos trastornos reproductivos incluyendo anestro, ovarios quísticos, cuerpo lúteo retenido o quístico, celo silencioso, pseudoembarazo, impotencia, parálisis del pene, inflamación del tracto reproductivo, placenta retenida, prolapso uterino, la prevención del aborto o para inducir el parto (Lin and Panzer 1992). El punto de acupuntura "bai hui" se encuentra en el sitio lumbosacra en la depresión entre el proceso espinoso de la última vértebra lumbar y la primera vértebra sacra. Lin *et al.* 2002 vacas lecheras tratadas con acupuntura que no habían respondido a la GnRH. La mayoría de los animales mostraron el celo dentro de los 14 días siguientes a la acupuntura y fueron inseminadas artificialmente. Después del tratamiento, la tasa de embarazo fue de 66-77 por ciento, sugiriendo que la acupuntura es un método sencillo y eficaz para el tratamiento de ganado lechero; sin embargo, la tasa de nacimiento fue de sólo un 44% (Ed Kane, 2005: Estudios de acupuntura en vacas lecheras, toros y cerdas).

Las afecciones musculoesqueléticas - el uso de acupuntura para las afecciones musculoesqueléticas (como un down cow) pueden ser muy gratificantes. Los efectos locales y sistémicos de la AP pueden aumentar significativamente el éxito de tratamientos médicos modernos y derivar en el alivio del dolor y el bienestar de los animales.

Enfermedades metabólicas- Se pueden dar una variedad de enfermedades metabólicas inimaginables en bovinos, por ejemplo, durante la transición desde el embarazo hasta bruscamente producir leche, hay una increíble cantidad de estrés metabólico del animal y con una importante demanda metabólica, las vacas lecheras son muy susceptibles a muchos trastornos energéticos. Realizar la acupuntura puede mejorar la recuperación de estas enfermedades metabólicas (http://www.civtedu.org/bovine-acupuncture-lankenau/).

ENGLISH VERSION ▾

ANALGESIA IN BOVINE

Reza Seddighi, DVM, MS, PhD, Dip ACVAA

INTRODUCTION

Many of the surgical procedures on cattle can be performed under light (standing) or profound (recumbent) sedation, however, performing noxious (painful) procedure requires implementing appropriate analgesic strategies, not only to safely accomplish the procedure but also to perform a humane procedure on the animal. In addition, using analgesic drugs and methods enable the veterinarian to perform the procedure with lower doses of the anesthetic drugs and hence, has to deal less with the adverse effects of those drugs (primarily cardiovascular and respiratory depression).

To appropriately respond to the analgesic needs of the animal many options of drugs and techniques may be planned, based on the animal and the type and location of the procedure. Regardless, the principles of the analgesic treatment include preemptive use of analgesia and use of multimodal analgesia. Multimodal analgesia is providing analgesia via different methods, pathways and using different classes of analgesics. Multimodal analgesia may include using systemic analgesics (opioids and NSAIDs), performing nerve blocks, local and regional blocks using local anesthetics and opioids. Combination of these methods results in more effective analgesia with fewer adverse effects as lower doses of each drug will be used.

Analgesic medications:

Alpha-2 Adrenoceptor Agonists

Multiple members of this group of drugs are commonly used for inducing dose-dependent analgesia and sedation in several species, including bovine. These drugs can be used systemically and in combination with other drugs (opioids) in local (nerve blocks) and regional blocks (epidural).

Opioids

Opioid receptors (mu, kappa, and delta) are spread in the body, particularly in the CNS and mediate multiple beneficial (analgesia and sedation) and potential adverse effects (excitement and ileus).

Morphine

Morphine is a full opioid agonist that acts on all opioid receptors and provides analgesia and sedation. Duration of action for systemic morphine is about 4-6 hours, but epidural administration lasts up to 12 hours. In cattle, morphine is shown to be beneficial in the relief of pain for the perineum (obstetrical cases), the posterior abdomen, intestinal disease, and in lameness. Morphine may be given in the sacrococcygeal epidural space. Side effects with morphine administration can include bradycardia, respiratory depression, hypotension, constipation, and retention of urine. High doses may cause excitement.

Butorphanol

Butorphanol is an opioid agonist (at kappa receptor) and antagonist (at mu receptor) and therefore, it has fewer adverse effects compared with morphine but is not considered an efficacious analgesic. Butorphanol has a relatively short duration of activity. Nevertheless, butorphanol may cause some excitatory effects such as compulsive walking or tremoring. Butorphanol is used in combination with alpha-2 agonists (and ketamine) to provide different degrees of sedation and analgesia in cattle.

Other analgesics:

Ketamine

Ketamine is an anesthetic and analgesic medication. Its analgesic effect is via blockade of N-methyl-D-aspartate (NMDA) receptors, primarily responsible in wind-up and chronic pain. Ketamine combined with alpha-2 agonists and opioids is used for providing sedation and analgesia in cattle.

Lidocaine

As a Na channel blocker, lidocaine is known as the most commonly used local anesthetic agent to block nerve stimulation and conduction. However, systemic used of lidocaine in the form of an infusion results in multiple beneficial effects including analgesia, anti-inflammatory, reactive oxygen species (ROS) scavenging, anti-ileus, and antiarrhythmic effects. In the author's practice, lidocaine infusion is frequently used in conjunction with other systemic drugs and locoregional blockade in painful procedures in a variety of species, including cattle to control pain and inflammation.

NSAIDS

Non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) have antipyretic, analgesic, and anti-inflammatory effects. Currently available NSAIDs are indicated for the treatment of mild to moderately severe, acute and chronic pain, inflammation and pyrexia. Non-steroidal anti-inflammatory drugs differ widely in potency and therapeutic efficacy. NSAIDs derive much of their anti-inflammatory properties from their capacity to inhibit the synthesis of prostaglandins. The cell membrane phospholipids are broken down during inflammation to arachidonic acid. Minimizing the prostaglandins and their effects is very important for pain management. Prostaglandins are released in response to injury and have the capacity to provoke vasodilatation, erythema, and hyperalgesia. Prostaglandin E2 is important with respect to pain and tissue trauma. Thromboxane is important because of the effects on platelets. With damaged tissue comes platelet aggregation, and this, in turn, results in thrombosis. Prostaglandins are formed by either one of two isoforms of cyclooxygenase enzymes. Two types of these enzymes include cyclooxygenase-1 (COX-1) and cyclooxygenase-2 (COX-2). Cyclooxygenase-1 (COX-1) mediates the formation of constitutive prostaglandins produced by many tissues, including gastrointestinal cells, platelets, endothelial cells, and renal cells. Prostaglandins generated from COX-1 are constantly present and impart a variety of normal physiologic effects. These include protection of gastrointestinal mucosa, hemostasis and the kidney when subjected to hypotensive insults. Cyclooxygenase-2 (COX-2) catalyzes the formation of inducible prostaglandins, which are needed only intermittently. There is a huge spectrum of reactions to NSAIDs, primarily gastrointestinal, hepatic and renal problems.

Some of the known examples of NSAIDs in cattle include the following:

- *Flunixin Meglumine:* In cattle, flunixin can be used to control pyrexia associated with bovine respiratory disease and endotoxemia and to control inflammation in endotoxemia. Dosage: Cattle: 2.2 mg/kg body weight, IV, once daily for 5 days.

Withdrawal time: Meat- 5 days, Milk- 1 day

- *Meloxicam:* Meloxicam selectively inhibits cyclooxygenase-2 (COX-2) enzyme so reducing the pain and inflammation by inhibiting the synthesis of prostaglandins. It is an effective anti-inflammatory and analgesic, generally free of significant gastrointestinal side effects. It is used for short term in acute and chronic pain.

Dosage: 0.5- 1.0 mg/kg, once daily, IV, IM, Oral.

A meat withdrawal of 21 days and a milk withdrawal of 96 hours following meloxicam administration is recommended (Hans Coetzee, Kansas State University).

LOCO-REGIONAL ANALGESIC TECHNIQUES IN BOVINE

Anesthesia of the Flank:

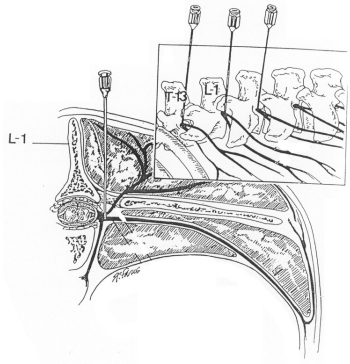
To perform surgical procedures on the flank of a cattle, several local blockade techniques are possible including local infiltration, inverted L-block and paravertebral regional block.

Paravertebral Block:

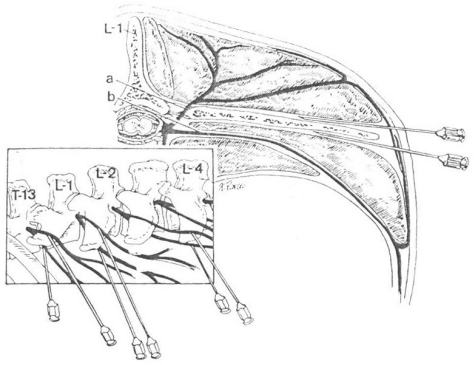
This technique is used extensively for abdominal surgery in the standing bovine and can also be used in the sheep and goat. The technique is relatively easy and less anesthetic solution is used than for local infiltration of the area. Problems may be encountered in finding the landmarks in fat animals. Generally, it is necessary to block T13, L1 and L2 and these nerves may be blocked “proximally” or “distally.”



Proximal Block – The needle (3-4 ins) is inserted parallel to the midline as close as possible to the dorsal spinous process and solution (~5ml) is deposited above the intertransverse ligament and 10-15ml just below.



Distal Block – the local anesthetic is deposited above and below the corresponding transverse process. T13 and L1 nerves are blocked at lumbar vertebrae L1 and L2, respectively. It is generally recommended that nerve L2 be blocked at transverse process of L4 as its dorsal branch is closer to the tip of transverse process L4 than to L3. In reality, it can be blocked at either site if the needle is sufficiently long.



Epidural Anesthesia

Epidural anesthesia is frequently used in ruminants, especially in adult cattle**,** for standing procedures**.** Most commonly, cattle are given a **posterior/caudal** epidural to block sensation in the perineum. For example, during obstetrical manipulation a posterior/caudal epidural will prevent straining.

A **posterior** epidural allows the animal to

(1) Remain Standing

(2) Only blocks Perineum

Dose: 6-10ml lidocaine in an adult cow or horse.

Site: C1-C2 space.

Anterior Epidural: Means that the anesthetic has blocked the area anterior to and including the origin of the femoral nerve (L4, 5, 6). This will happen if (1) the volume of injectate is large enough to travel forward from the posterior injection site or (2) if the local anesthetic solution is deposited at the lumbosacral space.

In ruminants, due to the difference in temperament from the horse, it is feasible to perform anterior epidural anesthesia. It may be necessary to keep the animal recumbent until the block has worn off and the hind limbs may need to be tied to prevent the animal doing-the-splits when attempting to stand. **Dose:** 20ml Lidocaine for an adult cow.

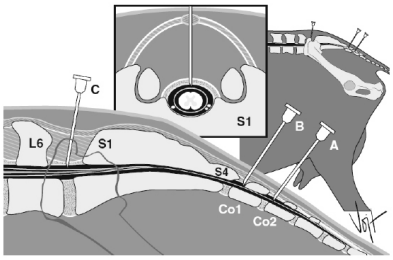


Figure 6-3 Locations for cranial and caudal epidural in a goat. The locations are similar for the cow and sheep. The sacrococcygeal location is usually ossified in the adult cow.

(From Muir WW, Hubbell JAE, Skarda RT, Bednarski R: *Handbook of veterinary anesthesia*, ed 3, St Louis, 2000, Mosby.)

Nerve Block for Dehorning: Cattle

Sensory innervation of the horn is from the 5th Cranial nerve as described below:

1. The main innervation is from the cornual branch of the superficial division of the trigeminal nerve. The nerve passes through the periorbital tissues dorsally and runs along the frontal crest to the base of the horn. The block is most easily performed 2-3 cm in front of the horn, where the nerve is only 1-2 mm inside the margin of the frontal crest. Palpate the frontal crest and deposit about 5 mL of local anesthetic ½ to 1 cm deep. Allow at least 10 min for the block to develop.

2. In some animals, especially adults, the posterior aspect of the horn receives innervation from the cervical nerves. So more complete anesthesia is achieved by local infiltration around the posterior aspect of the base of the horn.

3. The ***frontal nerve*** exits the frontal sinus and it is not possible to block directly.

Nerve Block for Dehorning: Goat

The nerve supply to the goat horn is very extensive.

Two nerves must be blocked:

1. Cornual branch of lacrimal nerve.

2. Cornual branch of the infratrochlear nerve.

Lacrimal N: Insert the needle as close as possible to the caudal ridge of the root of the supraorbital process to a depth of 1-1.5 cm.

Infratrochlear N: Insert the needle at the dorsomedial aspect of the orbit where the nerve is palpable under the skin.

Ring Block: The best way of assuring a complete block.

Caution: Lidocaine toxicity is possible when using local blocks in smaller animals. The most obvious signs of toxicity involve the CNS and are manifested as seizures.

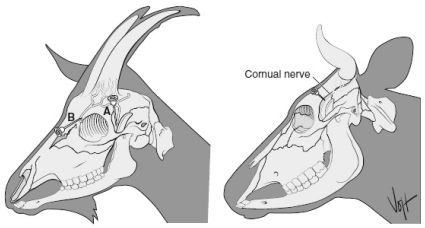


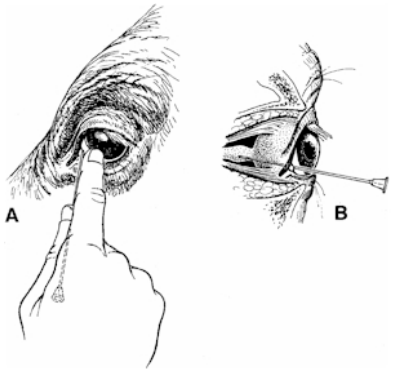
Figure 6-5 Cornual nerve block in the cow and the goat. Note the additional location for infiltration in the goat.

(From Muir WW, Hubbell JAE, Skarda RT, ¡Bednarski R: *Handbook of veterinary anesthesia*, ed 3, St Louis, 2000, Mosby.)

Anesthesia of the Eye

Surgery of the eye and eyelids can be performed under local nerve block. Complete anesthesia of the eye ca be performed with either a (1) retrobulbar block or (2) Peterson Block.

Retrobulbar Block: Using 4 injection sites, the anesthetic is deposited around the globe.



Peterson Block: The Peterson Eye Block can be used to provide analgesia for enucleation. Unfortunately, the technique is complicated and is not always successful. A 10cm (4.5in), needle (curved) is used to by-pass the coronoid process of the mandible and reach the foramen orbitorotundum in the palatine bone. The needle is inserted in the angle formed by the zygomatic and supraorbital process and is advanced with the concavity of the needle pointing caudally. The curve helps to pass around the coronoid process.



Intravenous Regional Anesthesia (IVRA- Bier's Block)

This block is used for anesthesia of the distal limb (digits) in procedures such as digit amputation and the best results are obtained when animal is in lateral recumbency.

To perform the block, lidocaine (up to 2 mg/kg) will be infused into the local vein after placement of a tight tourniquet.

Caution:

- No bupivacaine should be sued as it is cardiotoxic.
- Tourniquet can be kept in place for maximum of 45- 60 minutes.
- Procedure can be painful if tourniquet applied for long time or if the pressure is too much.

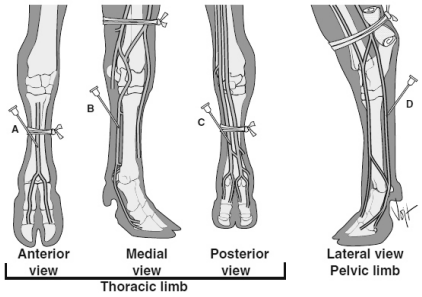
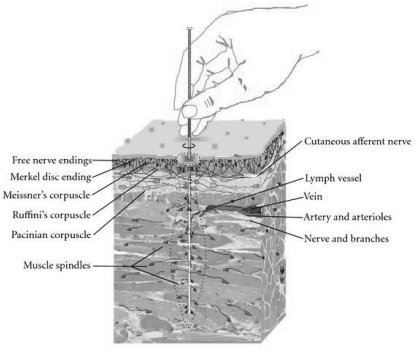


Figure 6-6 Intravenous regional anesthesia of the distal limb in the bovine. The suggested sites are only for reference; any visible or palpable vessel may be used.



Acupuncture in Bovine

Acupuncture (AP) is a practice with more than 2000 years of history and was claimed to bring back the "harmony and balance" in the body.



Based on traditional beliefs of AP, body energy (Qi) flows through channels (meridians) in the body and disturbances in Qi flow is the cause of diseases.

However, with advancements in medicine and physiology, we now are aware that Ap points are neurovascular bundles and these points are located near major nerves, blood vessels and lymphatics. These locations are also rich in the autonomic nervous system.

Performing AP results in local effects and stimulates neurohormonal changes in CNS and the most promising effect of AP is treatment of acute and chronic pain as a part of multimodal pain management strategy.

Mechanisms of action of AP:

- Local- Peripheral tissues
- Central nervous system (Spinal and Supraspinal)

Stimulation of the Neural Acupuncture unit (NAU) at the AP point will result in stimulation of the nerve endings, immunomodulatory cells (mast cells), glands, muscle spindles, collagen fibers. Winding of the collagen and elastin fiber around the needle will result in coupling between the needle and connective tissue (Pull-out force) and deformation of the collagen matrix. The latter results in stimulation of fibroblasts, vasculature, and nerve endings.

- Axon reflex results in a cascade of substance release, blood vessel dilation, and mast cell activation and more manipulation results in a greater change in the blood flow.
- Neuropeptides (CGRP, Nerve growth factor, substance P, vasointestinal active peptide) will be released and in conjunction with local blood flow changes result in local healing and pain relief.

Mechanism of Analgesic effect of AP:

This effect involves opioid, adrenergic, serotonin and dopamine receptors.

Opioid peptides

- AP increases the concentration of opioid peptides (beta-endorphins) in CSF and plasma and the resulted analgesia can be reversed with opioid antagonists.
- Low-frequency electrical stimulation (2-4 Hz) results in the release of beta-endorphin, enkephalin and orphanin and has longer lasting effects.
- Higher electrical frequencies (80-100 Hz) will result in serotonin and norepinephrine release.

5HT3 Receptors and Norepinephrine

- These are the primary neurotransmitters in modulating descending pain pathways.

N-Methyl-D-Aspartate Receptor (NMDA) Modulation

- NMDA modulation results in analgesia in spinal sensitization, hyperalgesia & allodynia conditions and the effect of AP was similar to intrathecal administration of NMDA antagonists.

Oxytocin

- Is an important neurotransmitter in pain modulation and AP increases oxytocin in CNS (Yang, J. et al 2007).

Calcitonin G Reactive Protein (CGRP)

- CGRP is a potent vasodilator with a significant role in pain pathway and healing and is being released with AP.

Inflammatory mediators (lipopolysaccharides, IL-1ß, IL-6, TNF-α)

- These mediators have higher concentrations in chronic pain & arthritis and their concentration reduces with AP.

Autonomic nervous system stimulation:

- ANS stimulation results in spinal and supraspinal (hypothalamus) effects of AP and for instance in overactive sympathetic conditions (such as severe pain) stimulating parasympathetic system is beneficial.
- In contrast in some low metabolic conditions such as slow healing conditions, stimulating sympathetic system (Lumbar and Thoracic spinal nerve stimulation) is beneficial.

Muscle spasm & Trigger points

Myofascial Trigger points

- These are small 'knots' of tight muscle fibers and result in altered posture, acute overload, trauma, chronic muscular overuse. These points are hyperirritable, slow to heal and persistently painful.
- The pain and inflammation are the results of reduced local circulation, poor oxygenation, and low pH.

AP at the Trigger Points

- AP will result in local effects (increase in blood flow and trigger local healing) and central analgesia (via stimulation of Aδ fibers in acute pain).
- It also results in activation of enkephalinergic inhibitory interneurons in the dorsal horn (the boundary between lamina I and II) of the spinal cord and blocks pain (C afferent input from skin and muscle).

An example of the effect of acupuncture in recovery from nerve damage in a large animal (horse) can be found at https://www.youtube.com/watch?v=1Ou3Cz1e48A.

Acupuncture in Bovine Conditions:

Clinical benefits of acupuncture in bovine have been shown and documented in clinical practice. Here are some more specific examples:

Infertility and decreased libido- The `bai hui` acupuncture point can be useful in treating various reproductive disorders including anestrus, cystic ovaries, retained or cystic corpus luteum, silent heat, pseudopregnancy, impotence, penile paralysis, inflammation of the reproductive tract, retained placenta, uterine prolapse, prevention of abortion or to induce parturition (Lin and Panzer 1992). The `bai hui` acupuncture point is located at the lumbosacral site in the depression between the spinous process of the last lumbar and first sacral vertebrae. Lin *et al.* 2002 treated dairy cows that had failed to respond to GnRH with acupuncture. Most animals showed heat within 14 days after acupuncture and were inseminated artificially. After treatment, the pregnancy rate was 66-77 percent, suggesting acupuncture as a simple and effective method to treat repeat breeders in dairy herds; however, the delivery rate was only 44 percent (Ed Kane, 2005: Studies of acupuncture in dairy cows, bulls and sows).

Musculoskeletal Conditions - Acupuncture use for musculoskeletal conditions (such as the down cow) can be very rewarding. Local and systemic effects of AP can significantly increase the success of modern medical treatment in such conditions and result in significant pain relief and wellbeing of the animal.

Metabolic Diseases- A variety of metabolic diseases are imaginable in bovine, for instance, during transition from pregnancy to abruptly producing milk, there exists an unbelievable metabolic stress on the animal and with a significant metabolic demand, dairy cows are very susceptible to many energetic disorders. Performing acupuncture can improve recovery from such metabolic diseases (http://www.civtedu.org/bovine-acupuncture-lankenau/).

BLOQUEOS ANESTESICOS EN BOVINOS

M.V. Tomás Trucco

Se presentan a continuación una serie de técnicas anestésicas loco-regionales capaz de ser llevadas a cabo en forma exitosa con mínima experiencia por parte del veterinario de campo.

Anestesia del Nervio Infraorbitario

El nervio maxilar es una de las tres ramas que conforman en gran par craneal V (nervio Trigémino), este nervio ingresa al canal infraorbitario por el foramen maxilar, donde pasa denominarse nervio Infraorbitario. Su bloqueo nos permite la aplicación de anillas nasales como así también el tratamiento quirúrgico de laceraciones que tengan asiento en la región del labio superior.

El foramen infraorbitario se localiza fácilmente por delante de la tuberosidad facial y a unos 5 cm. dorsal al primer molar. Aunque está cubierto por músculos, en el sitio por el cual emerge, el nervio infraorbitario se puede encontrar sencillamente por ser una estructura de la anatomía superficial de la cabeza. Al emerger del formen desprende varias ramas labiales y nasales para inervar las estructuras anatómicas que conforman el hocico.

Su bloqueo se realiza en ambos lados de la cabeza, donde se depositan 10 ml de la solución anestésica en cada uno de los orificios anatómicos.

Anestesia de Peterson

Es una técnica desarrollada para realizar cirugías oculares en bovinos. Nos permite trabajar con gran seguridad para el operario y bienestar para el animal cuando efectuamos la enucleación del globo ocular. Es sencilla de realizar a campo y solo se necesita contar con la aguja apropiada, la cual debe tener entre 7 a 10 cm y con una leve curvatura en su parte distal.

La técnica consiste en bloquear los nervios retro-bulbares que emergen del aguero orbitoredondo y agujero óptico. (Estos son la rama maxilar y oftálmica del N. Trigémino, los N. Oculomotor, Troclear y Abducens).

En el bovino los nervio oftálmico y maxilar entran en la órbita junto con los nervios de los músculos extraoculares, con los cuales comparten una sola abertura, el agujero orbitoredondo, el cual se corresponde con los forámenes orbitario y redondo en otras especies de interés veterinario.

La aguja debe ingresar en la escotadura formada la unión por la del arco cigomático del hueso temporal y el proceso frontal del hueso cigomático, situado por detrás del canto lateral del ojo. La aguja se introduce horizontalmente unos 5 a 7 cm con dirección a la base del cráneo evitando contactar con el borde anterior de la apófisis coronoides de la rama vertical de la mandíbula, hasta alcanzar la fosa pterigopalatina, en correspondencia con el agujero orbitoredondo donde se inyectan de 30 a 40 ml del agente anestésico.El nervio auriculo-palpebral es una rama del nervio facial, su anestesia permite únicamente el bloqueo motor y no el sensitivo de los párpados, por lo que resulta un buen complemento de la técnica de Peterson. Consiste en inyectar por vía subcutánea el anestésico sobre el arco cigomático, en su extremo aboral por delante de la base del pabellón auricular, donde puede ubicarse por desplazamiento digital el paquete vásculo-nervioso que se desplaza oblicuamente sobre dicha base ósea y que contiene al nervio en cuestión. Se depositan de 5 a 10 ml.

Anestesia del Nervio Pudendo

El objetivo de esta técnica es lograr depositar el agente anestésico con una aguja larga de unos 8 cm aproximadamente, lo más cerca posible del agujero ciático menor, en la cara interna del ligamento sacro-ciático, por donde se desplazan los nervios pudendos y nervios hemorroidales caudales. El nervio pudendo se forma por las metaneras sacras de las ramas ventrales del S_3 y S_4. El nervio se proyecta caudo ventralmente sobre la cara medial del ligamento sacro-ciático, situándose dorsal a la arteria homónima, abandona la cavidad pelviana pasando a través del foramen ciático menor para dar lugar al nervio dorsal del pene. El bloqueo del nervio pudendo produce analgesia y relajación de los músculos retractores del pene su exteriorización y la realización de procedimientos con fines diagnósticos y quirúrgicos sobre el pene con el animal en estación.

Para localizar el nervio pudendo es necesario colocar una mano en el recto para ubicar el foramen ciático menor y palpar la arteria pudenda, cuya localización se logra por la localización de su frémito. El punto dorsal de ingreso con la aguja se ve favorecido si efectuamos movimientos desde el recto, los que generaran una onda que se verá reflejada en la piel de la grupa.

Luego de atravesar la piel y los músculos que cubren la región de la grupa se detecta la resistencia que ofrece el ligamento sacro-ciático, el que una vez que atravesemos permite inyectar en las cercanías de los nervios de 25 a 30 ml de lidocaína. La maniobra se repite del lado opuesto. La salida del pene (ptosis) ocurrirá en aproximadamente 5 a 10 minutos.

Bloqueo del plexo Braquial

El plexo braquial se origina por las ramas ventrales de los nervios cervicales 6, 7, 8 y torácico 1 y 2. Discurren en sentido ventral y oblicuo a la primera costilla para dar lugar a la formación del plexo en la fosa axilar.

El plexo inerva la extremidad torácica y parte de los músculos del cinturón escapular y pared abdominal anterior.

Para su bloqueo se ingresa en la fosa axilar, por debajo de la escapula y se dirige la aguja en dirección a la primera costilla, hasta alcanzar la unión del tercio medio y distal de la misma.

En este punto se administran entre 15 a 20 ml de la solución anestésica según talla del animal.

Anestesia Sacra-Paravertebral

La anestesia sacra para-vertebral consiste en el bloqueo de las raíces nerviosas de las metámeras S_3, S_4 y S_5. a medida que emergen de los forámenes vertebrales sacros. Este bloqueo selectivo genera analgesia a la vagina, vulva y ano. Los nervios anestesiados son el nervio pudendo, el nervio rectal caudal y el nervio rectal medial.

La técnica nos permite aliviar el tenesmo asociados a los prolapsos rectales, prolapsos cervico-vaginales y/o uterinos sin afectar la función motora del nervio ciático y por ende no afecta la capacidad del animal de mantener la estación.

La ubicación exacta de los forámenes se realiza en forma sencilla tomando como referencia la articulación sacra-coccígea. Todos los forámenes se sitúan entre 2 a 4 cm lateral la línea media dorsal.

Los forámenes correspondientes al nervio $S_{5\ se}$ localizan a nivel de la articulación sacro-coccígea y es considerado el punto de orientación para la correcta realización de la técnica.

El Par de forámenes de la metámeras S_4 se localiza 4 cm craneal

al $S_{5\,y}$ un poco más lateral.

El último par, correspondientes a los forámenes $S_{3,}$ están ubicados 4 cm por delante de S_4 (. Existe también un método alternativo que consiste en palpar en forma trans-rectal la ubicación de los forámenes sacros ventrales.

El volumen de solución anestésica a usar por punto es de 5 cm de lidocaína al 2% en cada uno de los orificios óseos. Una excelente variación de esta técnica es la utilización de partes iguales de lidocaína y alcohol etílico al 96. Con esto se logra un efecto inmediato por la lidocaína y un efecto tardío (12 días) por la neurólisis química de las fibras amielínicas que produce el alcohol, aboliendo de este modo el tenesmo y/o pujos asociados a patologías relacionadas con el periné.

Se prepara una solución total de 60 ml en partes iguales de alcohol 96 grados y lidocaína 2%. Se depositan 10 ml de la solución por orificio anatómico a tratar.

LAS SEÑALES DE LAS VACAS, SALUD, BIENESTAR, SOSTENIBILIDAD

Joep Driessen - DVM

Nacido en una granja lechera en Luxemburgo de padres holandeses. 16 noviembre 1964. Graduado como veterinario en la Universidad de Utrecht. Durante mis estudios viajé mucho y aprendí a hablar inglés, español y alemán. Comencé mi carrera como veterinario de ganado durante dos años en un consultorio en los Países Bajos.

En 1997 Jan Hulsen y yo fundamos Vetvice consultorio veterinario. Hicimos muchos grandes proyectos en Holanda con el servicio nacional de salud sobre la IBR y la enfermedad de Johnes y un gran proyecto para ganaderos sobre cómo mantener tus vacas sanas.

En el año 2000 iniciamos nuestro primer taller CowSignals® en Holanda. Desde el 1 de enero de 2004 trabajo a tiempo completo con mi hobby CowSignals®: enseñar a los granjeros y a los asesores sobre el lenguaje corporal de la vaca. El 1 de enero de 2007 celebramos nuestro décimo aniversario con Vetvice, vacas felices, agricultores felices. Esta fecha es también el inicio de la nueva empresa de formación de CowSignals de la que soy director propietario.

¡Me encantan las vacas y me gustan mucho los ganaderos! ¡Deje que sus vacas vivan felices y el doble de tiempo! ¡Escucha a la vaca, ella sabe! ¡Pongo toda mi energía, entusiasmo y poder en hacer que las vacas, los ganaderos y los asesores sean más felices! Y juntos trabajamos por un mundo más sostenible. Así que, ganaderos, asesores y formadores del mundo: sigan con el buen trabajo y gracias por unirse a CowSignals.

La Guía de Vacas Saludables enumera las necesidades básicas de una vaca lechera basándose en las mejores prácticas de manejo que han sido establecidas a lo largo del tiempo por los mejores productores de leche en más de 50 países, respaldadas por la investigación científica y los resultados económicos.

Si usted deja que las vacas produzcan felizmente 4 o 5 lactancias en lugar de 2.5, usted y el mundo ganan lo siguiente:

- las vacas generan muchos más ingresos. En la mayoría de los sistemas, las vacas necesitan su primera lactancia para pagar los costos de cría o compra.
- se está invirtiendo mucha menos energía y activos en la cría de ganado joven. Esto reduce su impacto ambiental y la emisión de gases de efecto invernadero.
- la leche, incluidas las proteínas animales, se produce de manera altamente eficiente. Esto reduce de nuevo tanto los costes como el impacto ambiental.

GUÍA PARA MANTENER A LAS VACAS SANAS

Para mantener a las vacas sanas, hay que hacer las cosas bien, en los momentos adecuados. Todo lo que usted hace está dirigido a asegurar que las necesidades básicas de cada vaca sean satisfechas en cada momento del día. Su enfoque está en el hoy y en el mañana, lo que sucedió ayer le permite aprender.

Las necesidades básicas de cada vaca son: alimento, agua, luz, aire, descanso, espacio y salud. La salud es el resultado de las otras necesidades. Pero la ausencia de infecciones, heridas y moretones también es una necesidad en sí misma.

Las necesidades básicas se visualizan en el CowSignals Diamond:



En el texto de las páginas siguientes se describe cómo usted, como productor de leche, puede organizar y gestionar estos aspectos.

ALIMENTO

- Todas las vacas deben tener fácil acceso a alimento de calidad durante las 24 horas del día. La calidad de los piensos significa que deben tener buen sabor, los valores nutricionales adecuados y no tener moho ni calor.
- Todas las vacas deberían poder comer al mismo tiempo. El espacio de alimentación para cada vaca debe ser del ancho de su abdomen. Una vaca Holstein-Friesian adulta lactante mide 75 cm/30” de ancho. Durante el periodo de vacas secas, esta vaca necesita un espacio de alimentación de 85 cm/34”.
- Distribuya alimento fresco a todos los animales al menos una vez al día. En el caso de las vacas en periodo de lactancia, es aún mejor proporcionar alimento fresco cada vez que ordeñan.
- Cuando alimente a las vacas lactantes una vez al día, hágalo durante el ordeño vespertino. De esta manera, las vacas pueden comer directamente después del ordeño y tener mucho alimento disponible en la noche y en la madrugada.
- Aumente el alimento por lo menos 5 veces al día y distribúyalo en todos los lugares donde las vacas comen.

AGUA

- Todas las vacas deben tener fácil acceso a agua limpia y fresca. Los puntos de bebida deben estar bien dispersos sobre el establo. Por cada 20 vacas se necesita 1 bebedero de 1.5 m/60” de ancho, o 2 bebederos pequeños de alta presión que entregan 20 l/21 cuartos de galón por minuto.
- Al menos el 10% de las vacas deben poder beber al mismo tiempo.

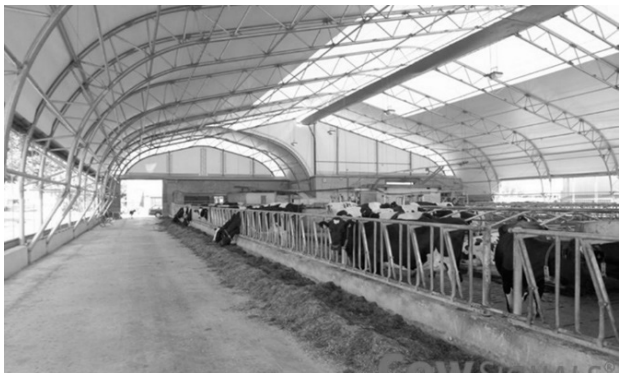
Cuando la temperatura ambiente es superior a 30˚ C/86˚ F: El 20% de las vacas debería poder beber al mismo tiempo.



- Los bebederos deben colocarse lo más bajo posible y a una altura no superior a 70 cm. El nivel del agua en un bebedero tiene que tener más de 8 cm de profundidad para que sea fácil y rápido de beber.
- Limpie los bebederos 3 veces por semana con un cepillo. Limpie todas las esquinas, y abra el área alrededor del SWIMMER para limpiar allí también.
- Haga pasajes de 4 m/13 pies o más anchos alrededor de los bebederos, de modo que cuando una vaca esté bebiendo, otra vaca pueda pasar fácilmente.

LUZ

- Para una producción óptima de leche y fertilidad, a las vacas les gusta tener 16-18 horas de luz al día y 6-8 horas de oscuridad. Para las vacas secas es al revés.



- La luz significa: 200 lux al nivel de la vaca en todo el establo. Oscuridad significa: 50 lux o menos, en todo el establo. Puede medirlo con un luxómetro.
- Para una comodidad de trabajo adecuada, los ordeñadores necesitan 500 lux en todas partes en la sala de ordeño.

AIRE

- Usted desea la máxima ventilación (natural), ya que la humedad, el aire exhalado y los gases deben ser eliminados continuamente. Además, el flujo de aire continuo estimula el secado de las camas y los suelos, lo que reduce la mastitis y las infecciones de pezuñas.
- La temperatura óptima para las vacas lactantes es de 5˚ a 15 ˚ C/40˚ a 60˚ F. Debajo 5˚ C/40˚ F las vacas necesitan energía extra para mantenerse calientes. En 21˚ C/70˚ F las vacas pueden empezar a mostrar los primeros signos de estrés por calor, dependiendo de la humedad del aire. Cuanto más alta es la humedad, más pronto sufren las vacas estrés por calor.
- Si las vacas lactantes tienen un lecho seco y suficiente alimento, -40˚ C/-40˚ F no les causan problemas. Las vacas que comen menos alimento, como las vacas jóvenes y las vacas secas, son más vulnerables al frío. La congelación puede ser un problema para el suministro de agua y el manejo del estiércol.
- Mantenga los establos estrechos: no más de 6 filas de camas. Y coloque dos carriles de alimentación, uno a cada lado, para que las vacas coman al aire libre.
- Mantenga los lados de los establos abiertos de 4-6 m/13-20 pies. Use cortinas o redes cortaviento como lados flexibles, si necesita protección para el viento o el frío. Mantenga los lados abiertos la mayor cantidad de días posible.

DESCANSO

- Proporcione a cada vaca por lo menos un lecho profundo y suave, usando arena u otro material suave como base. Límpielos por lo menos 3 veces al día y llénelos semanalmente. Esto asegura el máximo tiempo de reposo para cada vaca (14 horas al día) y el menor riesgo de infecciones ambientales de la ubre.



- Diseño del establo: una vaca HF adulta mide 260 cm/102" de largo y necesita 75 cm/30" de espacio para ponerse de pie. Así que en total necesita 335 cm/132" de espacio libre sin barreras.

Como lugar de colocación para su cuerpo, utilice una superficie de 190 x 125 cm/75" x 49". Como tope para el cuello, utilice una cadena con resorte, cubierta con goma o un tubo de plástico. El resorte debe dar a la cadena un espacio móvil de 20 cm/8". Como tope de cabeza, utilice una banda a 1 m/39" por encima del suelo, lo más adelante posible.

- Las vacas no deben pasar más de 2 horas al día esperando o siendo ordeñadas, también con 3 veces el ordeño.
- Maneje a las vacas en silencio usando la posición de su cuerpo para moverlas. No perseguir, gritar o golpear, sino caminar, hablar y tocar. Empiece a practicar con sus terneros jóvenes.

ESPACIO

- Las vacas necesitan suficiente espacio para descansar, comer, beber, caminar, ser ordeñadas, mostrar calor, cepillarse y socializar.
- Todos los suelos deben proporcionar un buen agarre. Use lecho, goma blanda u hormigón estriado.
- Asegúrese de que las vacas siempre tengan una trayectoria. En corrales con filas de establos debe haber por lo menos 2 callejones transversales, incluso en pequeños grupos de 8 vacas. Por cada 20 vacas, debería haber un pasillo. Una vaca nunca debe tener que caminar más de 10 establos hasta un pasillo.
- La cerca de alimentación debe proporcionar a todas las vacas el máximo acceso a la alimentación. Para una vaca lechera HF adulta cuentan las siguientes dimensiones; la

altura máxima de la barra inferior 53 cm/21"; la altura mínima de la barra superior es 160 cm/63"; la anchura mínima para el cuello en las puertas de la cabeza (autobloqueo) es 22 cm/8.7".

En un sistema de planchas y barandillas: posición de la barandilla del cuello 125 cm de alto y 30 cm hacia adelante desde una línea perpendicular vertical que toca el punto de las pezuñas delanteras.

La pared o el tablón contra el comedero de alimentación no debe ser más grueso que 8 cm/3.2".

SALUD

- Entrene a su personal en la observación de vacas. Haga que todas sus vacas sean cuidadosamente observadas 2 veces al día, y verifique que haya signos de buena salud, buena ingesta de alimento y ninguna angustia. Implemente reacciones efectivas inmediatas cuando hay signos de enfermedad, mala ingesta de alimento y angustia.
- Observe a las vacas que caminan hacia la sala de ordeño 2 veces por semana y revise a todas las vacas que tengan un paso alterado. Limpie las pezuñas con agua y aplique un programa eficaz de desinfección para el lavado de pezuñas.
- Implementar medidas efectivas de bioseguridad. Erradicar las enfermedades infecciosas cuando sea posible. Use vacunas para prevenir enfermedades.



- Instale y maneje una línea de parto libre de estrés, 3 semanas antes hasta 3 semanas después del parto. Esto consiste en 9 m2/100 pies cuadrados de corrales de paja y 85 cm/33" de espacio de alimentación por vaca, y el menor estrés social, estrés por calor, estrés por alimentación, estrés por descanso, estrés por insectos, etc. que sea posible. Asegúrese de que todas las vacas secas, las vacas de parto y las vacas nuevas coman lo suficiente de la ración correcta de cada día.
- Dar a cada ternero recién nacido 2 litros de calostro fresco dentro de las 2 horas siguientes al nacimiento y el 10% de su peso corporal en calostro dentro de las 12 horas. Implementar excelentes rutinas de alojamiento, bioseguridad y protocolos de alimentación para criar a los terneros con la máxima salud.
- Utilice el "poder de la naturaleza" y ordeñe a su vaca mientras lame a su ternero. Ponga el ternero fuera del corral de partos delante de la cabeza de la vaca en una caja, encima de un heno sabroso. Esto les dará a la madre y a la cría el mejor comienzo posible.
- Capacite a su personal en la cría de ganado sin estrés y en el manejo silencioso de las vacas.

ENGLISH VERSION

Born on a dairy farm in Luxemburg from Dutch parents. November 16th 1964. Graduated as a vet on the university of Utrecht. During my studies I traveled a lot and learned to speak English, Spanish and German. I started my career as a cattle vet for two years in a practice in the Netherlands. In 1997 Jan Hulsen and I founded Vetvice veterinary consultancy bureau. We did many big projects in Holland with the national health service on IBR and Johnes disease and a big farmers project on how to keep your cows healthy.

In 2000 we started our first workshop CowSignals® in The Netherlands. Since January 1st 2004 I am full time active with my hobby CowSignals®: learning farmers and advisors about the body language of the cow. January 1st 2007 we celebrated our 10 year anniversary with Vetvice, happy cows happy farmers. This date is also the start the new CowSignals training company of which I am owner director.

I love cows and I like farmers a lot! Let your cows live happily and twice as long! Listen to the cow, she's got know how! I put all my energy, enthusiasm and power in making cows, farmers and advisors more happy! And together we work on a more sustainable world. So, dairy farmers, advisors and trainers from the world: keep up the good work and thank you for joining CowSignals.

The Healthy Cow Guideline lists the basic needs of a dairy cow based on best management practices that have been established over time by the best dairy farmers in more than 50 countries, backed up by scientific research and economic results.

If you let cows happily produce 4 or 5 lactations instead of 2.5, you and the world gain the following:

- the cows generate much more revenues. In most systems, cows need their first lactation to pay for their costs of raising or buying.
- a lot less energy and assets are being put into raising young stock. This reduces the carbon footprint and the release of greenhouse gasses.
- milk including animal protein is produced in a highly efficient manner. This again reduces both costs and the carbon footprint.

GUIDELINE FOR KEEPING COWS HEALTHY

To keep cows healthy, you have to do the right things right, at the right moments. Everything you do is aimed at ensuring that the basic needs for every cow are fulfilled at every moment of the day. Your focus is on today and on tomorrow, what happened yesterday enables you to learn.

The basic needs for every cow are: feed, water, light, air, rest, space and health. Health is the result of the other needs. But absence of infections, wounds and bruises is also a need on itself.

The basic needs are visualized in the CowSignals Diamond:



How you as a dairy farmer can organize and manage these aspects is described in the text on the following pages.

FEED

- Every cow should have easy access to quality feed for 24 hours per day. Quality feeds means that it should have good taste, the right nutritional values and no mould or heating.
- All cows should be able to eat at the same time. The feeding space for every cow should be the width of their abdomen. An adult lactating Holstein-Friesian cow is 75 cm/30" wide. During dry cow period, this cow needs 85 cm/34" feeding space.
- Deliver fresh feed to all animals at least 1x per day. For lactating cows it is even better to provide fresh feed during every milking time. When you feed lactating cows once a day, do this at the evening milking time. That way, the cows can eat directly after milking and have plenty of feed available at night and in the early morning.
- Push up feed at least 5x per day and spread it out over all the places where the cows eat.

WATER

- Every cow should have easy access to clean, fresh water. Drinking points should be well dispersed over the barn. Per 20 cows you need 1 drinking trough that is 1.5 m/60" wide, or 2 small high pressure drinkers that deliver 20 l/21 quarts per minute.
- At least 10% of the cows should be able to drink at the same time.

When the ambient temperature is higher than 30˚ C/86˚ F: 20% of the cows should be able to drink at the same time.



- Drinkers should be placed as low as possible and not higher than 70 cm. The water level in a drinker has to be more than 8 cm deep for easy and quick drinking.
- Clean drinkers 3 x per week with a brush. Clean all corners, and open the area around the swimmer to clean in there too.
- Make 4 m/13 ft. or wider passages around the drinkers, so that when a cow is drinking, another cow can easily pass.

LIGHT

- For optimal milk production and fertility, cows like to have 16-18 hours of light per day and 6-8 hours of darkness. For dry cows it is the other way around.



- Light means: 200 lux on cow level everywhere in the barn. Dark means: 50 lux or less, everywhere in the barn. You can measure this with a lux meter.
- For proper working comfort, the milkers need 500 lux everywhere in the milking parlour.

AIR

- You want maximum (natural) ventilation, as moisture, exhaled air and gasses need to be removed continuously. On top of this, continuous airflow stimulates drying of the beds and the floors, which reduces mastitis and claw infections.
- The optimal temperature for lactating cows is 5˚ to 15 ˚ C/40˚ to 60˚ F. Below 5˚ C/40˚ F cows need extra energy to stay warm. Over 21˚ C/70˚ F cows can start showing the first signs of heat stress, depending on the humidity of the air. The higher the humidity, the earlier cows get heat stress.
- If lactating cows have a dry bed and enough feed, -40˚ C/-40˚ F is not causing problems for them. Cows that eat less feed, like young stock and dry cows, are more vulnerable to cold temperatures. Freezing can be a problem for water supply and manure handling.
- Keep barns narrow: no wider than 6 rows of beds. And put 2 feeding lanes one on each side so the cows eat in fresh air.
- Keep the sides of barns 4-6 m/13-20 ft. open. Use curtains or windbreak nets as flexible sides, if protection is needed for wind or cold. Keep the sides open as many days as possible.

REST

- Provide every cow with at least one soft deep bed, using sand or other soft material as bedding. Clean them at least 3x daily and fill them weekly. This ensures maximum lying time for every cow (14 h per day) and the lowest risk for environmental udder infections.



- Stall design: an adult HF cow is 260 cm/102" long and needs 75 cm/30" head-swing-space to stand up. So in total she needs 335 cm/132" free space without barriers.
- As laying place for her body, use a surface of 190 x 125 cm/75" x 49". As neck stop, use a chain with a spring, covered with rubber or a plastic tube. The spring should give the chain 20 cm/8" moving space. As a head stop use a band 1 m/39" above the ground, as far forward as possible.
- Cows should spend no more than 2 hour per day with waiting or milking, also with 3x milking.
- Handle cows quietly by using your body position to move cows. No chasing, shouting or hitting, but walking, talking and touching. Start practising with your young calves.

SPACE

- Cows need enough of good space to rest, eat, drink, walk, milk, show heat, brush and socialize.
- All floors should provide good grip. Use bedding, soft rubber or grooved concrete.
- Ensure cows always have a flight route. In pens with rows of stalls there should be at least 2 cross alleys, even in small groups of 8 cows. Per 20 cows, there should be a cross alley. A cow should never need to walk more than 10 stalls to a cross alley.
- The feed fence must provide all cows maximal access to feed. For an adult HF dairy cow the following dimensions count; max. height of lower bar 53 cm/21"; min. height for upper bar is 160 cm/63"; min. width for the neck in head gates (self-lockers) 22 cm/8.7".
- In a plank-and-rail system: neck rail position 125 cm/49" high and 30 cm/12" forward from a vertical perpendicular line touching the point of the front claws.
- The wall or plank against the feed manger should be no thicker than 8 cm/3.2".

HEALTH

- Train your staff in cow observations. Have all your cows carefully observed 2x per day, and checked for signs of good health, good feed intake and no distress. Implement immediate effective reactions when there are signs of disease, poor feed intake and distress.
- Observe cows walking to the parlour 2x per week and give all cows that show a disturbed gait a hoof check. Clean the hooves with water and implement an effective disinfective foot bathing programme.
- Implement effective bio-security measurements. Eradicate infectious diseases when possible. Use vaccinations to prevent disease.



- Install and manage a stress free calving line, 3 weeks before until 3 weeks after calving. This consists of 9 m2/100 sq. ft. of straw pen and 85 cm/33" of feed space per cow, and as little social stress, heat stress, feed stress, resting stress, insect stress, etc. as possible. Ensure that all dry cows, calving cows and fresh cows eat enough of the correct ration every day.
- Give every new-born calf 2 litres of fresh colostrum within 2 hours after birth and 10% of its body weight in colostrum within 12 hours. Implement excellent housing, biosecurity routines and feeding protocols to rear calves with maximal health.
- Use the "power of nature" and milk your cow while licking her calf. Put calf outside calving pen in front of cows head in a box, on top of tasty hay. This will give mother and child the best possible start.
- Train your staff on stress-free stockman ship and quiet cow handling.

PEOPLE SIGNALS: LAS SEÑALES DE LAS PERSONAS

Joep Driessen - DVM

www.cowsignals.com

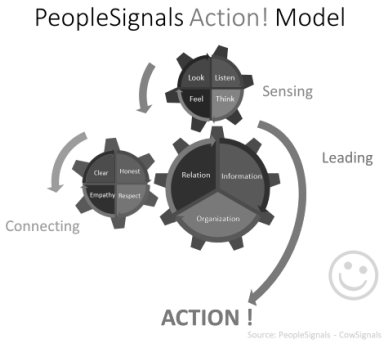
CowSignals Training Company

Joep Driessen - DVM

www.cowsignals.com

El modelo de acción PeopleSignals ha sido desarrollado por Joep Driessen,

para poner en acción a los formadores, asesores, granjeros y otras personas.



Explicación del modelo:

La acción es el objetivo, la sonrisa (o el clic, la relación, la chispa, el contacto) es la única forma de entrar!

Para alcanzar esa sonrisa, tienes que abrirte camino.

Algunos tienen cualidades naturales para ponerse a la altura de todo tipo de personas. Otros tienen bloqueadores innatos o desarrollados para no alcanzar el momento de contacto real. Una vez que seas consciente de esto, puede empezar a aprender a llegar mejor a la gente y tener una comunicación real más efectiva y activa.

Azul: Detectar

-Mira, escucha, siente y piensa. Esto se basa en la PNL (programación neurolingüística) Uso de los 4 niveles de comunicación.

Verde: Conectar

-Empatía y Respeto Honestos y Claros: comunicación básica. Sólo se puede ser claro y honesto si primero se muestra respeto y empatía. Colóquese por un momento en los zapatos y bajo la piel de la persona con la que está hablando. ¿Cómo te ves / te oyes a ti mismo?

Rojo: Dirigir

La relación, la organización y la información deben estar en equilibrio. ROI, también conocido como retorno de la inversión!

Los tres son igualmente importantes.

Organización = procedimiento, seguimiento, planificación, plan de acción, cita previa, gestión, estructura

Relación = proceso, aceptación, relación, clic, nivel, contacto, valor

Información= conocimiento, contenido, asesoramiento

ACCIÓN:

Pensar juntos en soluciones y dar el primer paso hacia la mejora.

Programa de formación:

La formación interactiva de día PeopleSignals es entretenida y educativa.

Aprendes a conocerte mejor a ti mismo. Entrenamos con ejemplos prácticos. Aprendes a encontrar la clave para cualquier cliente. Definitivamente te convertirás en un mejor asesor, entrenador o vendedor si estás abierto a mejoras.

ENGLISH VERSION

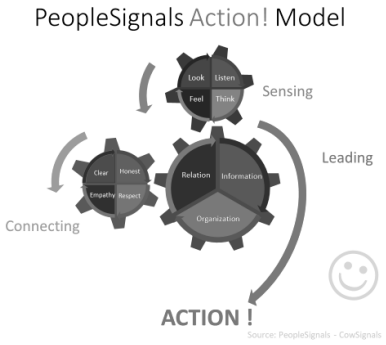
COWSIGNALS TRAINING COMPANY

Joep Driessen - DVM

www.cowsignals.com

The PeopleSignals action model is developed by Joep Driessen,

to get trainers, advisors, farmers and other people into action.



Explanation of the model:

Action is the aim, the smile (or click, rapport, spark, contact) is the only way in!

To reach that smile, you have to work your way in.

Some have natural qualities to level with all kind of people. Others have inborn or developed blockers to not reach the real contact moment. Once you are conscious about this, you can start learning to reach people better and have more effect, action, real communication.

Blue: Sensing

-Look Listen Feel and Think. This is based on NLP (neuro linguistic programming) Use all 4 of these levels of communication.

Green: Connecting

-Clear Honest Empathy and Respect: basic communication. You can only be clear and honest if you first show respect and have empathy. Place yourself for a moment in the shoes and under the skin of the one you are talking with. How do you see / hear yourself?

Red: Leading

Relation, Organization and Information should be in balance. ROI, also known as return on investment!

All 3 are equally important.

Organization = procedure, follow up, planning, plan of action, set appointment, management, structure

Relation = process, acceptance, rapport, click, level, contact, value

Information= knowledge, content, advice

ACTION:

Think together in solutions and make the first step to improvement.

Training Program:

The interactive day training PeopleSignals is entertaining and educational.

You learn to know yourself better. We train with practical examples. You learn to find the key to any customer. You will definitely become a better advisor, trainer or salesman if you are open for improvements...

EL SENTIDO DE LOS SENSORES EN EL MANEJO DE LA TRANSICION

Frank JCM van Eerdenburg[1], Peter Hut[1], Amarins Mulder[1], Gerrit J Hooijer[1], Jan Hulsen[2], Arnold Harbers[3], Gustavo Ruiz[4], and Elsbeth Stassen[5].

1 Fac Veterinary Medicine Utrecht University, Utrecht, the Netherlands
2 Vetvice, Bergharen, the Netherlands
3 Nedap, Groenlo, the Netherlands
4 Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, Mexico DF, Mexico
5 WUR, Wageningen, the Netherlands

Resumen

Los sensores ofrecen al ganadero la posibilidad de monitorear permanentemente el comportamiento de sus vacas, lo cual brinda opciones adicionales para la intervención oportuna. En el proyecto intitulado "El sentido de los sensores en el manejo de la transición", a las vacas de 17 granjas se las equipó con sensores para medir sus tiempos de reposo, comida y rumia, así como el número de pasos en periodos de dos horas a lo largo de 42 días antes del parto, hasta 28 días posparto. Asimismo, en ocho de las granjas se registró el momento del parto, y se tomaron muestras de sangre a la semana y a las dos semanas del parto. En dichas muestras se midió la proporción de ácido betahidroxibutírico (BHB) y, a fin de investigar la relación entre el comportamiento alimentario durante el periodo de transición y la fertilidad en las vacas lecheras, estudiamos: 1) el intervalo entre parto y primera inseminación, 2) el número de inseminaciones, y 3) el intervalo esperado en 1,141 vacas lecheras de 17 granjas. Se calculó el número y la duración de los episodios de reposo. Para analizar estadísticamente el tiempo de alimentación en relación con las variables de fertilidad, se emplearon un modelo lineal de variable única y un modelo de daño proporcional de Cox. La mayor desviación estándar del tiempo de alimentación que pudo observarse durante un periodo de 30 a dos días antes del parto dio como resultado un mayor número de inseminaciones (FR 0.918) y un intervalo de parto esperado más prolongado (FR 0.916). Se observó un intervalo más prolongado entre el parto y la primera inseminación (FR 0.959), así como un mayor número de inseminaciones (FR 0.964) y un mayor intervalo esperado de parto (FR 0.965), debido a una mayor diferencia en el tiempo de comida entre dos días antes del parto y el segundo día después del parto. La granja también tuvo una influencia sustancial en los parámetros de fertilidad, y se encontró además una diferencia entre los parámetros de fertilidad de las vaquillas y el de las vacas multíparas. Las vaquillas presentaron un intervalo más corto entre el parto y la primera inseminación (FR 1.151), un número menor de inseminaciones (FR 1.321) y un intervalo de parto esperado más corto (FR 1.023). Además, se observó que las vacas lecheras que pasaron menos tiempo (0.5 h diarias) comiendo durante las seis semanas previas al parto, tienen más probabilidades de desarrollar cetosis en las dos primeras semanas después del parto. El tiempo de comida antes y después del parto (de -6 a +2 semanas en relación con el parto) y el tiempo de rumia durante el confinamiento (*close-up*) tuvieron la relación más fuerte con la concentración de BHB en la sangre en la segunda semana después del parto. Los resultados de este estudio subrayan la importante relación que existe entre el tiempo de comida durante el periodo de transición y los parámetros de fertilidad después del parto, y, con los datos proporcionados por el sensor de preparto, la predicción de los niveles de BHB después del parto se antoja posible.

Palabras clave: sensores, fertilidad, vacas lecheras, cetosis, compartimiento

Introducción

El monitoreo del comportamiento y la salud de las vacas es una de las tareas importantes en una granja lechera. Sin embargo, debido al incremento en el número de vacas lecheras por granja en las últimas décadas, hay menos tiempo disponible por vaca, y aún en las granjas pequeñas, los granjeros no pueden observar a sus animales continuamente. Los sensores automáticos ofrecen la posibilidad de monitorear ininterrumpidamente el comportamiento de las vacas, y por lo tanto resultan muy útiles para supervisar la manada. Además del número de vacas por granja, el rendimiento por vaca ha aumentado también. No obstante, al mismo tiempo han disminuido los datos de fertilidad, lo cual representa un problema a nivel mundial (1-3). Debido a que la fertilidad de la manada depende en gran medida de la detección del estro, y que su expresión ha disminuido en las últimas décadas (4,5), el primer sensor ampliamente utilizado fue el podómetro, una herramienta para detectar el estro (6). Además de la detección del estro, los sensores podrían también ser un recurso importante para detectar a tiempo problemas de salud y bienestar animal (7-11). El monitoreo de los tiempos de comida y de reposo, así como de rumia y de caminata durante el periodo de transición podría conducir a la oportuna identificación de las vacas en riesgo de problemas de posparto (9).

El bajo desempeño reproductivo, la infertilidad y las enfermedades del tracto genital en el periodo temprano de posparto, están a menudo relacionados con un balance energético negativo (BEN) (12,13). Este BEN en el periodo temprano de posparto es fisiológico, y su causa es la insuficiencia en el consumo de materia seca (CMS) debido a la ocupación del espacio abdominal por parte del becerro en crecimiento, lo cual reduce el volumen del rumen, o la panza. Pasado el parto, la recuperación de la capacidad del rumen tarda varias semanas, mientras que la cantidad de energía requerida para la producción de leche se incrementa de inmediato (14-16). Así pues, la vaca se ve en la necesidad de usar la energía de reserva contenida en la grasa corporal. Después del parto, una vaca puede experimentar varios problemas, como la fiebre de leche (sub)clínica, la cetosis (sub)clínica, la retención de la placenta, la metritis, la endometritis, la inactividad de los ovarios, la formación de quistes en los ovarios, el desplazamiento del abomaso y la mastitis. Como consecuencia de estas enfermedades y desórdenes metabólicos, la fertilidad puede verse comprometida de manera directa o indirecta (8, 13, 17, 18). El manejo nutricional durante el periodo de transición, comprendido entre las tres semanas anteriores al parto y las tres semanas posteriores, tiene un impacto sustancial (19), no solamente en la producción de leche, sino también en la fertilidad y, por lo tanto, en los resultados obtenidos en una granja lechera (19, 20). Un indicador para el consumo diario de materia seca (CDM) puede obtenerse midiendo el tiempo de comida automáticamente mediante la tecnología de sensores (21). El proyecto "El sentido de los sensores en el

manejo de la transición" está dedicado a mejorar el manejo de la transición en granjas lecheras mediante la comprensión de la complejidad del periodo de transición y su impacto en el bienestar, la salud, la producción y la reproducción animales.

Materiales y Métodos

Entre julio de 2014 y abril de 2016, a las vacas de 17 granjas lecheras de freestall en Holanda se las equipó con un sensor durante 70 días, comprendidos entre los 42 días antes del parto y 28 días después del parto. En el collar de las vacas se colocaron los sensores para cuello de la marca Nedap Smarttag (Nedap, Groenlo, Holanda). El tiempo de comida se midió empleando sensores G con un acelerómetro de tres ejes, y se transfirieron las señales a un programa de computación. Además, con los sensores para piernas de la misma marca, se registraron el tiempo de reposo y el número de pasos. Todas las medidas se tomaron en segundos o en número de pasos por cada dos horas. También, en ocho de las granjas, se registró el momento del parto y se tomaron muestras de sangre a la primera y segunda semanas posparto. En las muestras de sangre se midió el acido betahidroxibutírico (BHB).

Datos

Para el estudio se emplearon los datos de 1,264 vacas, 996 de ellas multíparas (entre 2 y 13 partos) y 268 vaquillas. La diferenciación entre vacas multíparas y vaquillas se llevó a cabo porque estas últimas presentan un periodo de transición totalmente distinto al de las primeras. Los datos se almacenaron en Excel (Microsoft Office Excel 2007). El tiempo de comida se calculó en horas por día. Los índices reproductivos (es decir, el intervalo entre el parto y la primera inseminación), el número de inseminaciones y el intervalo esperado entre partos de cada una de las vacas se obtuvieron a partir de los datos más recientes del banco de datos de la Cooperativa Para la Mejora del Ganado (CIC, por sus siglas en inglés) (CRV, Arnhem Holanda). Asimismo, el tiempo de comida y el tiempo de reposo se correlacionaron con el nivel de BHB durante la primera y segunda semanas posteriores al parto. Para identificar a las vacas en riesgo de cetosis, se aplicó un valor de referencia de 21.6 mg/dl (1.2 mmol/L).

A fin de dividir los días próximos al parto en periodos susceptibles de tratarse estadísticamente, se construyó una gráfica de tiempo medio de comida por día para todos los animales entre los 43 días antes del parto y los 28 días después del parto (d -42 a d +28) (Figura 1). El periodo de transición se dividió en cinco periodos, del Periodo A al Periodo E. El Periodo A (del día -42 al día -30) se empleó como punto de referencia inicial; el Periodo B comprendió del día -30 al día -2; el Periodo C comprendió los cuatro días más próximos al parto, (del d -2 al d +2), pero los días -1, 0 y +1 se excluyeron del análisis. El Periodo D comprendió del segundo al decimoséptimo días (+2 al +17), y el Periodo E de los días decimoséptimo al vigesimoctavo después del parto (+17 al +28).

Análisis estadístico

Para los periodos B y D, se calculó la pendiente de la curva del tiempo diario de comida y la desviación residual de la línea de regresión del tiempo diario de comida (la desviación estándar de las observaciones durante un periodo). Para determinar la correlación entre estas variables independientes del tiempo de comida durante los cinco periodos, se empleó la correlación de Pearson. Para el análisis estadístico, se empleó el paquete de *software* R versión 3.3.3. del Proyecto R. El análisis estadístico del intervalo entre el parto y la primera inseminación se llevó a cabo mediante el análisis de supervivencia de Cox con la granja como efecto aleatorio. Los efectos fijos en la totalidad del modelo fueron vaquilla/vaca y las variables del tiempo de comida, como se indicó arriba. El análisis del número de inseminaciones se llevó a cabo mediante el análisis de supervivencia de Cox con la granja como efecto aleatorio y con la aproximación de Efron para los empates (22). Los efectos fijos en la totalidad del modelo fueron vaquilla/vaca y las variables de tiempo de comida arriba descritas.

El análisis del intervalo esperado entre partos se llevó a cabo mediante el análisis de supervivencia de Cox con la granja como efecto aleatorio. Los efectos fijos en la totalidad del modelo fueron vaquilla o vaca multípara, y las variables en el tiempo de comida arriba descritas. En todos los modelos, se empleó el criterio de información de Akaike (CIA) para la reducción del modelo, siguiendo un procedimiento retroactivo por pasos (23). A partir de las variables independientes en el perfil del modelo final (logaritmo -), se calcularon los intervalos de confianza (IC) para las funciones logarítmicas de riesgo. Para estudiar la correlación entre las variables de tiempo de comida se empleó una correlación de Pearson.

Para estudiar el efecto de la granja en cada una de las tres variables de fertilidad, se calculó la función de riesgo (FR) por variable en cada una de las granjas, en comparación con el promedio geométrico de todas las granjas.

Resultados

El tiempo promedio de comida, incluyendo el error estándar de la media (EEM), comenzando a 48 días del parto y continuando hasta los 28 días después del parto, se muestra en la Figura 1. El Periodo A mostró un tiempo de comida bastante estable, seguido de una gradual disminución en el tiempo de comida, a razón de 1.13 minutos por día durante el Periodo B. El día 0 fue el momento del parto. Un incremento gradual de 1.41 minutos por día se observó en el Periodo D, seguido de un Periodo E bastante estable.

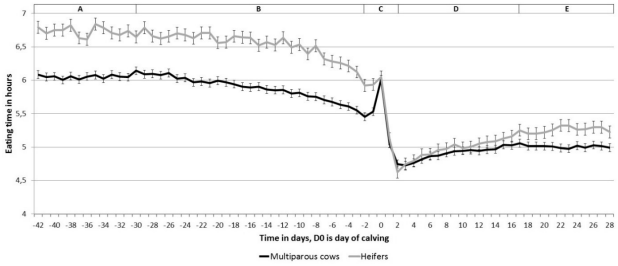


Figura 1. Tiempo promedio de comida de vacas multíparas y vaquillas con ESM (n=1141, en 17 granjas) durante los 42 días antes del parto y 28 días después del parto (d -42 a d +28). El tiempo de comida se divide en cinco periodos. Periodo A, d -42 a d -30; Periodo B, d -30 a d -2; Periodo C, d -2 a d +2; Periodo D, d +2 a d +17 y Periodo E, d +17 a d +28. El día 0 es el día del parto.

Intervalo entre el parto y la primera inseminación y el tiempo de comida

El modelo de riesgo proporcional de Cox arrojó los siguientes resultados: de acuerdo con el CIA, la diferencia entre las vaquillas y las vacas multíparas (FR= 1.151; 95% IC: 0.980 - 1.352) y la diferencia en tiempo de comida entre el segundo día antes del parto y el segundo después de parto (Periodo C) (FR= 0.959; 95% IC: 0.922 - 0.997) fueron las variables que influyeron en el intervalo entre el parto y la primera inseminación. El análisis de riesgo proporcional de Cox mostró que el intervalo entre el parto y la primera inseminación fue más corto en las vaquillas que en las vacas multíparas. Finalmente, los intervalos más largos entre el parto y la primera inseminación se encontraron cuando

aumentó la diferencia en el tiempo de comida entre dos días antes del parto y el segundo día después del parto (Periodo C).

Número de inseminaciones y tiempo de comida

De acuerdo con el CIA vaquilla/vaca (FR= 1.321; 95% IC: 1.124 - 1.552), la desviación residual del Periodo B (FR= 0.918, 95% IC: 0.826 - 1.020) y la diferencia en el tiempo de comida entre lo observado dos días antes del parto y dos días después del parto (Periodo C) (FR= 0.964; 5% CI: 0.928 - 1.002) fueron las variables del modelo que influyeron en el número de inseminaciones. La probabilidad de fecundación con el menor número de inseminaciones fue mayor en las vaquillas que en las vacas. Por otra parte, las mayores diferencias encontradas en la desviación residual durante el Periodo B (d -30 al d -2) condujeron a un mayor número de inseminaciones, lo cual resultó en una menor probabilidad de fecundación. Un análisis posterior mostró que se obtenía un mayor número de inseminaciones cuando aumentaba la diferencia en el tiempo de comida entre el penúltimo día antes del parto y el segundo día después del parto (Periodo C).

Intervalo esperado entre partos y tiempo de comida

Las vaquillas tuvieron un intervalo esperado entre partos más corto que las vacas. De acuerdo con el CIA, las variables en el modelo final fueron vaquilla/vaca (FR= 1.023; 95% IC: 1.047 - 1.443), Periodo B (FR= 0.916, 95% IC: 0.824 - 1.019) y la diferencia en tiempo de comida entre lo observado dos días antes del parto y dos días después del parto (Periodo C) (FR= 0.965; 95% IC: 0.928 - 1.003). Se observó también un intervalo esperado entre partos más largo, así como mayores diferencias en la desviación residual del tiempo de comida durante el Periodo B. Además, el intervalo esperado entre partos fue más largo cuando la diferencia en tiempo de comida entre lo observado dos días antes del parto y dos días después del parto (Periodo C) fue mayor.

Cetosis posparto

Parece ser que, como las vacas lecheras pasan menos tiempo comiendo (0.5 h diarias) durante las seis semanas anteriores al parto, son más susceptibles de desarrollar cetosis en las primeras dos semanas después del parto. No queda claro qué es lo que causa esta reducción en el tiempo de comida. Se encontró además una diferencia entre el número de veces que se echan y el número de pasos que dan, en base a la concentración de BHB en la sangre, con un valor de referencia de 21.6 mg/dl (1.2 mmol/L) para identificar a las vacas en riesgo de cetosis. El aumento en el tiempo de comida, tiempo de rumia, número de comidas, cantidad de las comidas y número de pasos, y la disminución en el tiempo de reposo, número de episodios de reposo y duración de los reposos antes y después del parto estuvieron relacionados con concentraciones menores de BHB en la sangre después del parto. El tiempo de comida antes y después del parto (entre las semanas -6 y +2) y el tiempo de rumia durante el confinamiento tuvieron la relación más fuerte con la concentración de BHB en la segunda semana después del parto.

Discusión

Los resultados indican que hay una fuerte relación entre el tiempo de comida durante el periodo de transición y los tres parámetros de fertilidad considerados en este estudio, y también confirman el efecto que tiene la granja en cada caso, con lo cual el uso de la tecnología de sensores en una granja abre varias posibilidades para el control de la fertilidad.

Una mayor desviación estándar (DE) en el tiempo diario de comida durante el Periodo B resultó en un mayor número de inseminaciones, lo cual indica una menor probabilidad de fecundación. Esto pudo confirmarse con el hallazgo de que un intervalo esperado entre partos más largo se relaciona también con una mayor DE en el Periodo B. Así pues, la variación en el tiempo de comida diario durante el Periodo B es importante para las variables de fertilidad. Los granjeros deberían por lo tanto tratar de mantener un consumo de alimento estable durante el periodo seco, lo cual puede lograrse de varias maneras: 1) asegurándose de que haya siempre suficiente alimento apetecible; 2) asegurarse de que todas las vacas puedan comer al mismo tiempo (evitando la sobreacumulación); 3) asegurarse de que haya suficientes alojamientos de calidad para que las vacas se echen a rumiar, y 4) monitorear continuamente el tiempo de comida y el CMS mediante sensores automáticos.

El análisis del Periodo C mostró que los índices de fertilidad eran peores cuanto mayor era la diferencia entre el tiempo de comida dos días antes del parto y dos días después del parto. Esta gran diferencia puede ser indicativa de un más profundo punto bajo en BEN. La investigación de Canfield y Butler (24, 25) mostró una relación aparente entre el balance energético posparto y el tiempo de la primera ovulación, así como la profundidad del BEN y el comienzo de la secreción pulsátil de lutropina u hormona luteinizante (HL). La primera ovulación puede ocurrir en cuanto la secreción de HL deja de ser inhibida. Aparentemente, esto sucede una vez que el balance energético negativo ha alcanzado su punto más bajo y comienza a ganar equilibrio, lo cual demuestra la existencia de una importante relación entre el BEN y la fertilidad (24, 25).

Los índices de fertilidad empleados en este trabajo funcionaron mejor con las vaquillas que con las vacas. Varios reportes han demostrado que el fluido folicular no es igual en unas y en otras. La baja calidad de los ovocitos puede deberse a las diferencias entre los microambientes en los que se desarrollan (26, 27). Algunos estudios muestran diferencias en la manera de expresar el estro de las vaquillas y aquél de las vacas, si bien los resultados son contradictorios (28, 29). Además, las vacas multíparas más viejas son más susceptibles de desarrollar problemas de fertilidad. Mientras que la producción de leche ha aumentado considerablemente en las últimas décadas, la fertilidad ha disminuido (2). Con sus registros del tiempo de comida para cada vaca, los sensores podrían ayudar a supervisarlas de manera individual a fin de mejorar los parámetros de fertilidad.

Por último, se calculó el efecto de la granja en todos los parámetros de fertilidad considerados. Los resultados indican que el beneficio derivado del uso de sensores para tomar decisiones de manejo pueden variar considerablemente de una granja a otra. El control de la fertilidad podría mejorar con la medición del tiempo de comida diario de cada una de las vacas.

Conclusión

Estos resultados permiten profundizar en la relación que existe entre el tiempo de comida y el tiempo de reposo durante el periodo de transición y la fertilidad, tomando en cuenta las diferencias entre las granjas. Un efecto práctico de esto es que el tiempo de comida durante el periodo seco es un factor muy importante para alcanzar buenas variables de fertilidad después del parto. De particular interés es el hecho de que por primera vez se ha logrado demostrar la relación que existe entre las fluctuaciones en el tiempo de comida antes del parto y las variables de fertilidad posparto. Más aún, parece ser un hecho la posibilidad de predecir los niveles posparto de BHB a partir de los datos derivados de los sensores.

Bibliografía

1. F. J. C. M. van Eerdenburg, Introduction. Vet Quart 30, supplement 1, 3-10 (2008).
2. J. Roelofs, F. López-Gatius, R. H. F. Hunter, F. J. C. M. van Eerdenburg, C. Hanzen, When is a cow in estrus? Clinical and practical aspects. Theriogenology 74, 327-344 (2010).
3. F. López-Gatius, P. Santolaria, I. Mundet, J. L. Yániz, Walking activity at estrus and subsequent fertility in dairy cows. Theriogenology 63, 1419-1429 (2005).
4. T. J. Reimers, R. D. Smith, S. K. Newman, Management factors affecting reproductive performance of dairy cows in the northeastern United States. J. Dairy Sci 68, 963-972 (1985).
5. F. J. C. M. Van Eerdenburg, H. S. H. Loeffler, J. H. Van Vliet, Detection of oestrus in dairy cows: a new approach to an old problem. Vet Quart 18, 52-54 (1996).
6. F. J. C. M. van Eerdenburg, The pedometer, an automated aid in the detection of oestrus. Vet Quart 30, supplement 1, 49-57 (2008).
7. A. A. Adewuyi, J. B. Roelofs, E. Gruys, M. J. Toussaint, F. J. van Eerdenburg, Relationship of plasma nonesterified fatty acids and walking activity in postpartum dairy cows. J Dairy Sci 89, 2977-2979 (2006).
8. A. J. Itle, J. M. Huzzey, D. M. Weary, M. A. von Keyserlingk, Clinical ketosis and standing behavior in transition cows. J Dairy Sci 98, 128-134 (2015).
9. M. L. Stangaferro, R. Wijma, L. S. Caixeta, M. A. Al-Abri, J. O. Giordano, Use of rumination and activity monitoring for the identification of dairy cows with health disorders: Part I. Metabolic and digestive disorders. J Dairy Sci 99, 7395-7410 (2016).
10. K. Schirmann *et al.*, Short communication: Rumination and feeding behaviors differ between healthy and sick dairy cows during the transition period. J Dairy Sci 99, 9917-9924 (2016).
11. G. Urton, M. A. G. von Keyserlingk, D. M. Weary, Feeding Behavior Identifies Dairy Cows at Risk for Metritis. J Dairy Sci 88, 2843-2849 (2005).
12. J. E. Pryce, M. P. Coffey, G. Simm, The relationship between body condition score and reproductive performance. J Dairy Sci 84, 1508-1515 (2001).
13. I. M. Sheldon, G. S. Lewis, S. LeBlanc, t. R. O. Gilber, Defining postpartum uterine disease in cattle. Theriogenology 65, 1516-1530 (2006).
14. G. Esposito, P. C. Irons, E. C. Webb, A. Chapwanya, Interactions between negative energy balance, metabolic diseases, uterine health and immune response in transition dairy cows. . Anim Reprod Sci 144, 60-71 (2014).
15. C. Goldhawk, N. Chapinal, D. M. veira, D. M. Weary, M. A. G. von Keyserlingk, Prepartum feeding behavior is an early indicator of subclinical ketosis. J Dairy Sci 92, 4971-4977 (2009).
16. J. M. Huzzey, M. A. G. von Keyserlingk, D. Weary, Changes in Feeding, Drinking, and Standing Behavior of Dairy Cows During the Transition Period. J Dairy Sci 88, 2454-2461 (2005).
17. J. P. Goff, R. L. Horst, Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. J Dairy Sci 80, 1260-1268 (1997).
18. T. van Werven *et al.*, The effects of duration of retained placenta on reproduction, milk production, post partum disease and culling rate. Theriogenology 37, 1191-1203 (1992).
19. J. F. Roche, D. Mackey, M. D. Diskin, Reproductive management of postpartum cows. Anim Reprod Sci 60–61, 703-712 (2000).
20. W. R. Butler, Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. Anim Reprod Sci 60-61, 449-457 (2000).
21. I. Richter, I. Halachmi, Y. Parmet, in EAAP. (Belfast, 2016), pp. 509.
22. T. M. Therneau, P. M. Grambsch, Modeling survival data: extending the Cox model., (Springer, New York, ed. 1, 2000).
23. K. P. Burnham, R. A. Anderson, Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach., (Springer, New York, ed. 2, 2002).
24. R. W. Canfield, W. R. Butler, Energy balance, first ovulation and the effects of naloxone on LH secretion in early postpartum dairy cows. J Anim Sci 69, 740-746 (1991).
25. R. W. Canfield, W. R. Butler, Energy balance and pulsatile LH secretion in early postpartum dairy cattle. Dom Anim Endocrinol 7, 323-330 (1990).
26. K. Bender, S. Walsh, A. C. Evans, T. Fair, B. L.A., Metabolite concentrations in follicular fluid may explain differences in fertility between heifers and lactating cows. Reproduction 139, 1047-1055 (2010).
27. S. G. Moore, A. O'Gorman, L. Brennan, T. Fair, S. T. Butler, Follicular fluid and serum metabolites in Holstein cows are predictive of genetic merit for fertility. . Reprod Fertil Dev Reprod Fertil Dev. , 658-669 (2017).
28. D. Cavestany *et al.*, Oestrus behavior in heifers and lactating dairy cows under a pasture-based production system. . The Veterinary Quarterly 30, supplement 1, 10-36 (2008).
29. J. H. Van Vliet, F. J. C. M. Van Eerdenburg, Sexual activities and oestrus detection in lactating Holstein cows. Appl Anim Beh Sci 50, 57-69 (1996).

COW SIGNALS: DESDE EL SECADO HASTA EL PARTO

Joep Driessen - DVM

www.cowsignals.com

Nacido en una granja lechera en Luxemburgo de padres holandeses. 16 noviembre 1964. Graduado como veterinario en la Universidad de Utrecht. Durante mis estudios viajé mucho y aprendí a hablar inglés, español y alemán. Comencé mi carrera como veterinario de ganado durante dos años en un consultorio en los Países Bajos.

En 1997 Jan Hulsen y yo fundamos Vetvice consultorio veterinario. Hicimos muchos grandes proyectos en Holanda con el servicio nacional de salud sobre la IBR y la enfermedad de Johnes y un gran proyecto para ganaderos sobre cómo mantener tus vacas sanas.

En el año 2000 iniciamos nuestro primer taller CowSignals® en Holanda. Desde el 1 de enero de 2004 trabajo a tiempo completo con mi hobby CowSignals®: enseñar a los granjeros y a los asesores sobre el lenguaje corporal de la vaca. El 1 de enero de 2007 celebramos nuestro décimo aniversario con Vetvice, vacas felices, agricultores felices. Esta fecha es también el inicio de la nueva empresa de formación de CowSignals de la que soy director propietario.

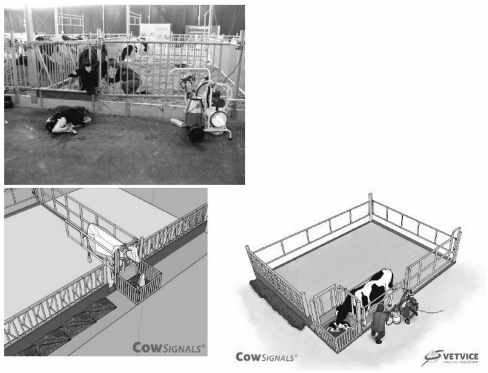
¡Me encantan las vacas y me gustan mucho los ganaderos! ¡Deje que sus vacas vivan felices y el doble de tiempo! ¡Escucha a la vaca, ella sabe! ¡Pongo toda mi energía, entusiasmo y poder en hacer que las vacas, los ganaderos y los asesores sean más felices! Y juntos trabajamos por un mundo más sostenible. Así que, ganaderos, asesores y formadores del mundo: sigan con el buen trabajo y gracias por unirse a CowSignals.

Nada es más fuerte que la naturaleza. Usted puede utilizar “el poder de la naturaleza” para dar a las vacas y a los terneros un buen comienzo. Comienza con una línea de parto sin estrés. Además, te aconsejamos que utilices un Cuddle Box y una Pamper Pen.

Un Pamper Pen es un corral junto al grupo de vacas secas donde se puede dar a la vaca que va a parir y a la vaca que acaba de parir una excelente comodidad y un excelente *Cuidado Tierno y Amoroso.* El Pamper Pen contiene una puerta batiente, donde una persona puede fijar la vaca en un minuto. Esto proporciona un lugar de trabajo eficiente y seguro, para controlar, manipular y tratar a cualquier vaca. Incluyendo una vaquilla muy tímida.

Una Cuddle Box es una caja semiabierta al lado del Pamper Pen, donde la vaca puede lamer a su ternero hasta secarlo.

Con esto usted puede hacer unas cuantas cosas pequeñas que hacen una gran diferencia. Esto lo explicamos en este protocolo ganador.



Protocolo ganador para el cuidado de partos y terneros recién nacidos

Comience por dejar que sus novillas lleguen al grupo de vacas secas dos meses antes del parto, para que puedan adaptarse y entrar en contacto con todas las bacterias para obtener un calostro de calidad óptima. Si usted tiene un primer grupo de lactancia, también mantiene las novillas separadas de las vacas más viejas antes de parir. Necesitan mucho espacio para hacer ejercicio para caminar, dentro y/o fuera del patio. Asegúrese de que en los últimos diez días antes del parto tenga pocos o ningún cambio en el grupo.





La madre está lamiendo su ternero mojado. Foto de Joep Driessen

Deje que la vaca dé a luz tranquilamente dentro o al lado del grupo. Mueva el ternero inmediatamente después de nacer en el **Cuddle Box**: una bonita cama de heno (o ensilaje) de buena calidad justo fuera del corral de parto. Aquí la madre puede lamer a su ternero hasta dejarlo seco. Ponga una caja medio abierta alrededor del ternero para que no pueda alejarse y para protegerla de los vientos fríos.

Proporcione 20 litros de agua tibia a la madre, para rehidratarla y estimular su ingesta de alimento.

La vaca irá con facilidad hacia su ternero. Ahora usted puede mover la puerta batiente contra la madre y cerrarla con una cadena, para trabajar seguro debajo de la ubre. Ordeñe a la vaca completamente, en el momento mientras está lamiendo a su ternero.

La combinación de corral de partos, puerta abatible con instalaciones de tratamiento y Cuddle box se llama: **Pamper Pen**.

Alimente inmediatamente al ternero con al menos dos litros de calostro fresco y caliente, directamente de la madre. ¡Cuanto más calostro reciba el ternero ahora, mejor! Guarde el resto del calostro en el refrigerador después de poner el número del ternero en él, para alimentar al mismo ternero de 6 a 12 horas después.

Numere al ternero y regístrelo. Traslade al ternero a un corral individual después de que esté seco, esto será después de una hora más o menos. Cuando el ternero se haya ido, la vaca empezará a mirar a su alrededor. Empezará a olfatear buscando a su bebé y terminará comiendo el heno o ensilado donde estaba el ternero.

Mejores prácticas de nuestro protocolo

- o Usar una línea de parto sin estrés.
- o Use un Pamper Pen para mayor comodidad y seguridad para la vaca y una cuddle box para la higiene y comodidad del ternero.
- o Dé a la vaca 20 litros de agua tibia inmediatamente después del parto.
- o Ordeñe la vaca completamente en el Pamper pen.
- o Proporcione inmediatamente al ternero al menos de dos a cuatro litros de calostro fresco y caliente, directamente de la madre. Cuanto más calostro reciba el ternero ahora, mejor.

Discusión: ¿Cuánto tiempo deben permanecer juntas la vaca y el ternero?

¿3 segundos, 3 minutos, 3 horas, 3 días, 3 semanas, 3 meses o 3 años? En el caso de los rebaños pequeños (rebaños familiares, menos de 50 vacas), algunos ganaderos dejan los terneros siempre en el rebaño lechero. La mayoría de los agricultores separan al bebé húmedo directamente de la madre, sin mucho contacto. La ley danesa exige doce horas de contacto entre la madre y el bebé.

Las investigaciones demuestran que las vacas experimentan menor estrés de separación cuando se les quita el ternero inmediatamente. Nosotros aconsejamos de una a dos horas de contacto. Doce horas, como se requiere en Dinamarca, probablemente tiene más desventajas que ventajas. La vaca no come lo suficientemente rápido después del parto, lo que resulta en más cetosis y otras enfermedades.

Beneficios de tener un Cuddle Box y un Pamper Pen

En el Pamper Pen la vaca o vaquilla tiene un área de alto confort personal, donde puede ser fácilmente fijada por una persona en un minuto. Y donde pueda ser ordeñada y tratada fácilmente y con seguridad, cuando esté lamiendo su ternero o comiendo.

Las ventajas específicas del Pamper Pen son:

1. sistema de bajo estrés para vacas, terneros y ganaderos: sencillo y seguro
2. Ordeño de la vaca fácil y seguro y obtención del calostro en el momento ideal: lo más rápido posible después del parto
3. Ordeño fácil del calostro ya que la vaca tiene poco o ningún estrés, y la bajada de leche es estimulada por el hecho de lamer al ternero
4. es muy sencillo dar al ternero el mejor calostro que existe: fresco y aún caliente, de su propia madre, inmediatamente después del parto
5. la vaca es muy fácil de manejar inmediatamente después del parto, cuando está lamiendo a su ternero
6. la vaca es estimulada inmediatamente después del parto, a lamer su ternero, a beber y a comer. El olor del líquido amniótico en el alimento la estimula a comer. Y comer es la mejor receta para prevenir problemas después del parto.
7. beber inmediatamente después del parto estimula la ingesta de alimento. ¿Quién no tiene sed después de dar a luz? ¿Quién no tiene sed después de ser ordeñado?

Las ventajas específicas del Cuddle Box son:

1. es fácil llevar al ternero a un lugar seguro e higiénico, inmediatamente después de su nacimiento
2. el ternero puede ser lamido y así será estimulado por la propia madre
3. el ganadero puede dar a la ternera de forma segura y sencilla el mejor calostro que existe: al menos 2-4 litros directamente de la propia madre inmediatamente después del nacimiento
4. El ternero se amamanta y bebe mejor inmediatamente después del nacimiento
5. el ganadero puede dejar que el ternero permanezca en el Cuddle Box todo el tiempo que quiera, porque el ternero está seguro y cómodo. Tardará 30 minutos en terminar el trabajo; se da el alimento al ternero y a la vaca

En conclusión

Hay muchas maneras de despellejar a un gato. Pero creemos que nuestro diseño de Cuddle Box y Pamper Pen aumentará mucho sus ingresos y su placer de trabajar. ¡Sólo Pruébalo!

ENGLISH VERSION ▾

COWSIGNALS

Joep Driessen - DVM

www.cowsignals.com

Born on a dairy farm in Luxemburg from Dutch parents. November 16th 1964. Graduated as a vet on the university of Utrecht. During my studies I traveled a lot and learned to speak English, Spanish and German. I started my career as a cattle vet for two years in a practice in the Netherlands. In 1997 Jan Hulsen and I founded Vetvice veterinary consultancy bureau. We did many big projects in Holland with the national health service on IBR and Johnes disease and a big farmers project on how to keep your cows healthy.

In 2000 we started our first workshop CowSignals® in The Netherlands. Since January 1st 2004 I am full time active with my hobby CowSignals®: learning farmers and advisors about the body language of the cow. January 1st 2007 we celebrated our 10 year anniversary with Vetvice, happy cows happy farmers. This date is also the start the new CowSignals training company of which I am owner director.

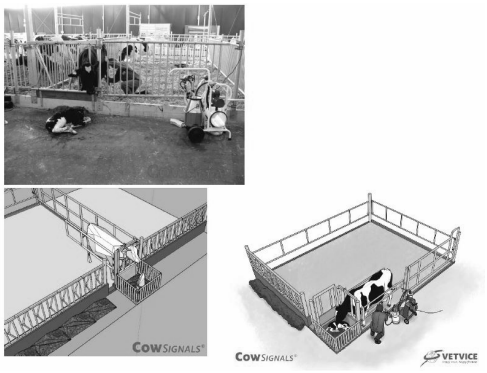
I love cows and I like farmers a lot! Let your cows live happily and twice as long! Listen to the cow, she's got know how! I put all my energy, enthusiasm and power in making cows, farmers and advisors more happy! And together we work on a more sustainable world. So, dairy farmers, advisors and trainers from the world: keep up the good work and thank you for joining CowSignals.

Nothing is stronger than nature. You can use 'the power of nature' for giving cows and calves a good start. It starts with a stress-free calving line. Also, we advise you to use a Cuddle Box and a Pamper Pen.

A **Pamper Pen** is a pen next to the close-up dry cows group where you can give the calving cow and the cow that has just calved excellent comfort and excellent *Tender Loving Care.* The Pamper Pen contains a swing gate, where one person can fixate the cow in one minute. This provides an efficient and safe working place, to check, to handle and to treat any cow. Including a very shy heifer.

A **Cuddle Box** is a half-open box at the side of the Pamper Pen, where the cow can lick her calf dry.

With these you can do a few more small things that make a big difference. We explain this in this winning protocol.



Winning protocol for Calving and newborn baby calf care

Start by letting your heifers come to the dry cow group two months before calving, so they can adapt and come in contact with all bacteria's for optimal colostrum quality. If you have a first lactation group, you keep heifers also separate from the older cows before calving. They need plenty exercise room for walking around, inside and/or outside in a walking yard. Make sure that in the last ten days before calving you have little or no group changes.





La madre está lamiendo su ternero mojado. Foto de Joep Driessen

Let the cow give birth quietly in or next to the group. Move the calf immediately after it is born into the **Cuddle Box**: a nice bed of good quality hay (or silage) just outside the calving pen. Here the mother can lick her calf dry. Put a half open box around the calf so it can not walk away and to protect it from cold winds. Give 20 litres of luke warm water to the mother, to re-hydrate her and to stimulate feed intake.

The cow will easily go to her calf. Now you can move the swing gate against the mother and lock her in with a chain, to work safe under the udder. Milk the cow out completely, on the spot while she is licking her calf.

The combination of calving pen, swing gate with treatment facilities and Cuddle box is called: **Pamper Pen**.

Feed immediately at least two liter liters of fresh & warm colostrum to the calf, straight form the mother. The more colostrum the baby calf takes in now, the better! Store the rest of the colostrum in the fridge after putting the number of the calf on it, to feed it to the same calf 6 to 12 hours later.

Number the calf and register her. Move the calf to an individual pen after she is dry, this will be after one hour or so. When the calf is gone, the cow will start looking around. She will start sniffling for her baby and will end up eating the hay or silage where the calf was lying.

Best practices from our protocol

- o Use a stress-free calving line.
- o Use a Pamper Pen for comfort and save handling of the cow and a Cuddle Box for hygiene and comfort of the calf.
- o Give the cow 20 liters of luke warm water immediately after she has calved.
- o Milk out the cow completely in the Pamper Pen.
- o Feed immediately at least two to four liters of fresh and warm colostrum to the calf, straight from the mother. The more colostrum the baby calf takes in now, the better.

DISCUSSION: How long should the cow and calf stay together?

3 seconds, 3 minutes, 3 hours, 3 days, 3 weeks, 3 months or 3 years? For small herds (family herd, less than 50 cows) some farmers leave calves always in the dairy herd. Most farmers separate the wet baby direct from the mother, without much contact. Danish law requires twelve hours of contact between mother and baby.

Research shows that cows experienced the least parting stress when the calf is taken away immediately. We advise one to two hours of contact. Twelve hours, as required in Denmark, likely has more disadvantages then advantages. The cow will not eat quick enough after calving, resulting to more ketosis and other diseases.

The benefits of having a Cuddle Box and a Pamper Pen

In the Pamper Pen the cow or heifer has a personal high comfort area, where she can easily be fixated by one person in one minute. And where she can be easily and safely milked and treated, when she is licking her calf or eating.

Specific advantages of the Pamper Pen are:

8. low stress system for cow, calf and farmer: simple and safe
9. easy and safe to milk the cow and get the colostrum at the ideal moment: as quickly as possible after calving
10. easy to milk the colostrum as the cow has little or no stress, and milk let-down is stimulated by her licking the calf
11. it is very simple to give the calf the best colostrum there is: fresh and still warm, from her own mother, immediately after calving
12. the cow is very easy to handle immediately after calving, when she is licking her calf
13. the cow is stimulated immediately after calving, to lick her calf, to drink and to eat. The smell of amnionic fluid on the feed stimulates her to eat. And eating is the best recipe to prevent problems after calving.

14. drinking immediately after calving stimulates feed intake. Who is not thirsty after giving birth? Who is not thirsty after being milked?

Specific advantages of the Cuddle Box are:

6. it is easy to bring the calf in a safe and hygienic place, immediately after it is born
7. the calf can be licked and thus will be stimulated by the own mother
8. the farmer can safely and easily give the calf the best colostrum there is: at least 2-4 liters straight from the own mother immediately after birth
9. immediately after birth the calf suckles and drinks best
10. the farmer can let the calf stay in the Cuddle Box as long as he or she wants, because the calf is safe and comfortable. It will take 30 minutes till the job is finished; the calf feed is given and the cow feed is given

In conclusion

There are many ways to skin a cat. But we think that our Cuddle Box and Pamper Pen design will boost your income and working pleasure a lot. Just try it!

COWSIGNALS EN ORDEÑOS POR ROBOT

Joep Driessen - DVM

www.cowsignals.com

Nacido en una granja lechera en Luxemburgo de padres holandeses. 16 noviembre 1964. Graduado como veterinario en la Universidad de Utrecht. Durante mis estudios viajé mucho y aprendí a hablar inglés, español y alemán. Comencé mi carrera como veterinario de ganado durante dos años en un consultorio en los Países Bajos.

En 1997 Jan Hulsen y yo fundamos Vetvice consultorio veterinario. Hicimos muchos grandes proyectos en Holanda con el servicio nacional de salud sobre la IBR y la enfermedad de Johnes y un gran proyecto para ganaderos sobre cómo mantener tus vacas sanas.

En el año 2000 iniciamos nuestro primer taller CowSignals® en Holanda. Desde el 1 de enero de 2004 trabajo a tiempo completo con mi hobby CowSignals®: enseñar a los granjeros y a los asesores sobre el lenguaje corporal de la vaca. El 1 de enero de 2007 celebramos nuestro décimo aniversario con Vetvice, vacas felices, agricultores felices. Esta fecha es también el inicio de la nueva empresa de formación de CowSignals de la que soy director propietario.

¡Me encantan las vacas y me gustan mucho los ganaderos! ¡Deje que sus vacas vivan felices y el doble de tiempo! ¡Escucha a la vaca, ella sabe! ¡Pongo toda mi energía, entusiasmo y poder en hacer que las vacas, los ganaderos y los asesores sean más felices! Y juntos trabajamos por un mundo más sostenible. Así que, ganaderos, asesores y formadores del mundo: sigan con el buen trabajo y gracias por unirse a CowSignals.

Este es mi sueño. ¡Haz de este mundo un lugar mejor para nosotros y para nuestras vacas!

¡Me apasionan las vacas! Para mí, la vaca es un gran animal. Ella se convierte en deliciosos productos alimenticios como la leche, y después de alguna intervención humana, el queso y el yogur.

Me encanta mirar a las vacas cuando están acostadas en el pasto, masticando y mirando a su alrededor muy satisfechas y relajadas. Me gusta el sonido de la hierba fresca que se arranca cuando la rompen con la lengua. Ver el rebaño moviéndose de izquierda a derecha sobre el campo siguiendo al líder de pastoreo. Trato de aprender de ellos para tomarme las cosas con calma, mirar a mi alrededor y relajarme.

Creo que la mayoría de los granjeros y asesores trabajan muy duro para hacer feliz a la vaca y para hacerse felices a sí mismos. Pero ¿eso es suficiente?

¿Estamos haciendo lo correcto?



Vacas en el pasto

El mejor 1% de los productores de leche hacen lo correcto

Si más vacas pueden vivir más tiempo y felizmente, esto tiene un gran impacto en la vida de la vaca, en los ingresos de los ganaderos y en la huella de carbono de la industria láctea. Después de 15 años trabajando con vacas lecheras en más de 50 países, veo grandes oportunidades para un mundo mejor. En el 1% de las mejores granjas de los Países Bajos, la vaca media completa 5 lactancias, mientras que la vaca lechera media en los Países Bajos alcanza 3,5 lactancias. Y en la mayoría de los países del mundo el promedio es de menos de 2,5 lactancias y eso me hace sentir mal y triste.

Demasiadas vacas lecheras sufren dolor y se enferman innecesariamente. Del 25 al 30% de las vacas lecheras están cojas a día de hoy. Muchas vacas tienen heridas y contraen mastitis. Hay demasiado estrés, estiércol y hormigón alrededor de la vaca.

¿Cómo podemos hacer que el otro 99% de los productores de leche hagan lo correcto?

Los ganaderos trabajan duro para ganarse la vida. Creo que se merecen mayores ingresos y más placer en el trabajo. Son el último grupo de personas, junto con los biólogos, que realmente entienden la naturaleza. Si no los cuidamos, perderemos nuestra conexión con la naturaleza y el origen de nuestros alimentos.

Las innovaciones pueden ser muy rápidas en los terrenos de los ganaderos, como envolver el alimento en plástico para aumentar la calidad.

Sin embargo, algunas innovaciones van muy despacio, como dar a cada vaca lo que realmente necesita para mantenerse sana:

- Un lecho suave y espacioso de arena o paja,
- una línea de parto sin estrés durante el período crucial de 3 semanas antes a 3 semanas después del parto,
- un espacio de alimentación individual para que todas las vacas puedan comer al mismo tiempo, como en el pasto.



Línea de parto libre de tensión

¿Por qué va tan despacio? En primer lugar, porque los tres consejos requieren un cambio de mentalidad. Uno primero tiene que creer en la nueva realidad, antes de que uno cambie algo. Es más fácil seguir con el sistema antiguo.... En segundo lugar, la evitación de la inseguridad y la desinformación están reteniendo a las personas para que hagan estas cosas correctas. Aquí hay un reto de trabajo para los asesores.

Se necesita asesoramiento independiente

Tengo un gran respeto por los ganaderos y los asesores con mente crítica y abierta, y una buena visión generalizada. Sin embargo, muchos asesores en alimentación y veterinarios no son independientes y no tienen una buena visión general sobre la alimentación, el alojamiento, la salud y la economía de la granja lechera. Gran parte de la investigación no tiene contacto con los ganaderos. Muchos ganaderos no están invirtiendo en asesoramiento independiente.

Los médicos estudian medicina. Los veterinarios estudian medicina veterinaria. ¿Quién está estudiando salud? Demasiados de los llamados asesores de salud (médicos y veterinarios) son promotores de medicamentos. Dependen de un sistema de medicina impulsado por la industria para resolver o enmascarar problemas.

¿De quién es el trabajo de prevenir enfermedades en personas y vacas? ¿Quién puede llegar y estimular a las personas para que lleven una vida más saludable o para que cuiden realmente de las vacas? Hay una gran necesidad, considerando que hay mil millones de personas desnutridas, mil millones con sobrepeso y millones de vacas cojas.

¿Por qué el enfoque CowSignals y PeopleSignals?

Creo que mucha gente puede aprender de la vaca. Siempre nos dice la verdad. Ella nunca nos miente. Sólo lee su lenguaje corporal.

El método CowSignals se basa en que las vacas (en espera y heridas) dicen la verdad. Es una herramienta para observar a la vaca y su entorno desde su punto de vista. ¡Mira, piensa, actúa! Comprender el lenguaje corporal de la vaca y del rebaño le hace pensar diferente y hacer lo correcto. Se trata de prevenir enfermedades para que las vacas puedan vivir felices y el doble de tiempo. Las iniciativas de CowSignals han creado movimientos muy positivos en la industria láctea de los Países Bajos y Europa durante los últimos 12 años. Enseñar a la gente a entender las necesidades básicas de una vaca es como abrir los ojos. Hay estrechez de miras por todas partes.

El método PeopleSignals enseña a los asesores a hacer las preguntas correctas y las preguntas dolorosas. Y a mirar y escuchar las señales del ganadero, para conseguir que estos cuidadores de vacas entren en acción con éxito.



¿Qué le traerá al mundo?

Si las vacas pueden mantenerse sanas y felices, producirán 5 en lugar de 2,5 lactancias. Esto tendrá enormes beneficios para;

- el medio ambiente, por ejemplo, una menor necesidad de existencias jóvenes para su sustitución, lo que implica una menor necesidad de recursos naturales y una menor emisión de metano. Las vacas más viejas producen más leche, por lo que usted obtiene una mejor eficiencia en la alimentación.
- los productores de leche, por ejemplo, menos trabajo por vaca porque no se enferman, menos ganado joven que cuidar, mejores ingresos y, por último, pero no por ello menos importante, una forma más placentera de trabajar con sus animales libres de estrés.
- salud pública. Un menor uso de antibióticos y una menor resistencia a los mismos darán como resultado una alimentación sana de vacas sanas. Esto hará felices a todos.

¿Qué puedes hacer para que esto suceda?

- Difundir información sobre las mejores prácticas de gestión.
- Difundir excelentes ejemplos y excelentes argumentos, y estimular el pensamiento conjunto de soluciones.
- Invertir más en la transferencia de conocimientos y menos en investigación. Ayudar a iniciar soluciones prácticas.
- Capacitar a asesores independientes para que se conviertan en facilitadores de grupos de estudio en las fincas.
- Capacitar a los veterinarios y asesores de alimentación para que se conviertan en asesores de salud y gestión más generales y les permitan trabajar juntos y aprender los unos de los otros.
- Iniciar a los ganaderos a aprender de los programas de los ganaderos, facilitados por profesionales con experiencia en la agricultura (veterinarios, asesores en alimentación animal, etc.).
- Recompensar o subvencionar establos y sistemas que respeten a las vacas y al medio ambiente.
- Capacitar a los diseñadores de establos sobre las necesidades básicas de las vacas.
- Formar a los profesores universitarios y a los profesores de las escuelas de agricultura.
- Educar a la próxima generación de ganaderos en la escuela con nuevas realidades.
- Educar a los propietarios de granjas existentes y a su personal. Programa de aprendizaje permanente.
- Implementar las reglas para una cama espaciosa, suave, seca, por vaca, una línea de parto libre de estrés y una ganadería libre de estrés.

ENGLISH VERSION ▾

CowSignals IN ROBOT COW MILKING

Joep Driessen - DVM

www.cowsignals.com

Born on a dairy farm in Luxemburg from Dutch parents. November 16th 1964. Graduated as a vet on the university of Utrecht. During my studies I traveled a lot and learned to speak English, Spanish and German. I started my career as a cattle vet for two years in a practice in the Netherlands. In 1997 Jan Hulsen and I founded Vetvice veterinary consultancy bureau. We did many big projects in Holland with the national health service on IBR and Johnes disease and a big farmers project on how to keep your cows healthy.

In 2000 we started our first workshop CowSignals® in The Netherlands. Since January 1st 2004 I am full time active with my hobby CowSignals®: learning farmers and advisors about the body language of the cow. January 1st 2007 we celebrated our 10 year anniversary with Vetvice, happy cows happy farmers. This date is also the start the new CowSignals training company of which I am owner director.

I love cows and I like farmers a lot! Let your cows live happily and twice as long! Listen to the cow, she's got know how! I put all my energy, enthusiasm and power in making cows, farmers and advisors more happy! And together we work on a more sustainable world. So, dairy farmers, advisors and trainers from the world: keep up the good work and thank you for joining CowSignals.

This is my dream. Make this world a better place for us and for our cows!

I am passionate about cows! For me, the cow is a great animal. She converts into the lovely food products like milk, and after some human intervention, cheese and yoghurt.

I love to look at cows when they are laying down in the pasture, chewing and looking around very satisfied and relaxed. I like the sound of fresh grass being torn off when they rip it with their tongues. See the herd moving from left to right over the field following the grazing leader. I try to learn from them to take it easy, look around and relax.

I think most of the farmers and advisors work very hard to make the cow happy and to make themselves happy. But is that good enough? Are we doing the right things?



The best 1% of the dairy farmers do the right things

If more cows can live longer and happily, this has a huge impact on the cow's life, farmers income and the carbon foot print of the dairy industry. After 15 years working between dairy cows in more than 50 countries, I see big opportunities for a better world. On the best 1% farms in the Netherlands the average cow completes 5 lactations, whilst the average dairy cow in the Netherlands reaches 3,5 lactations. And in most countries around the world the average is less than 2,5 lactations and that makes me feel bad and sad.

Too many dairy cows unnecessary suffer pain and get sick. 25 to 30% of the dairy cows are lame today. Many cows have wounds and get mastitis. There is too much stress, manure and concrete around the cow.

How can we make the other 99% of the dairy farmers do the right things?

Farmers work hard to earn a living. I believe that they deserve a better income and more working pleasure. They are the last group of people, together with biologists, who truly understand nature. If we do not take care of them, we will lose our connection with nature and the origin of our food.

Innovations can go very quick in farmer's land, like wrapping up feed in plastic to increase the quality.

Some innovations however go very slow, like giving every cow what she really needs to stay healthy:

a soft and spacious sand or straw bed,

- a stress free calving line for the crucial period from 3 weeks before to 3 weeks after calving,
- an individual feeding space so cows can all eat at the same time, like in the pasture.

Why does it go so slow? Firstly, because all three advises require a mind-change. One first has to believe in the new reality, before one will change anything. It is easier to stick with the old system... Secondly insecurity avoidance and misinformation are withholding people to do these right things. Here lies a challenging job for advisors.



Independent advice needed

I have great respect for farmers and advisors with a critical and open mind, and a good birds eye view. Many feed advisors and vets however, are not independent and do not have good insight and overview over feeding, housing, health and economics of the dairy farm. Much research does not contact with farmers. Many farmers are not investing in independent advice.

Medical doctors study medicine. Veterinarians study veterinary medicine. Who is studying health? Too many of the so-called health advisors (medical doctors and vets) are medicine promoters. They rely on an industry-driven medicine system to solve or mask problems.

Whose job is it to prevent disease in people and cows? Who can reach and stimulate people to lead a healthier life or to really take care of cows? There sure is a big need, regarding one billion people that are undernourished, one billion with overweight and millions of lame cows.

Why CowSignals and PeopleSignals approach?

I think a lot of people can learn from the cow. She always tells us the truth. She never lie to us. Just read her body language.

The CowSignals method is based on (waiting and wounded) cows telling the truth. It is a tool to observe the cow and her surroundings from her point of view. Look, think, act! Understanding the body language of the cow and the herd makes you think different and do the right things. It is about preventing disease so cows can live happily and twice as long. The CowSignals initiatives have created very positive movements in the dairy industry in The Netherlands and Europe over the last 12 years. Teaching people to understand the basic needs of a cow, is like opening their eyes. There is tunnel vision everywhere.

The PeopleSignals method teaches advisors to ask the right

questions and the painful questions. And to look at and listen to the farmer signals, to successfully get these cow caretakers into action.



What will it bring the world?

If cows can stay healthy and happy, they will produce for 5 instead of 2,5 lactations. This will have huge benefits for;

- the environment, e.g. less need of young stock for replacement so less need of natural resources and less methane exhaust. Older cows make more milk, so you get a better feed efficiency.
- dairy farmers, e.g. less work per cow because they do not get sick, less young stock to take care of, better income and last but not least a more pleasurable way of working with their stress free animals.
- public health. Less antibiotic use and less resistance against antibiotics will result in healthy food from healthy cows. This will make everybody happy.

What can you do to make this happen?

- Spread information about best management practice.
- Spread excellent examples and excellent arguments, and stimulate thinking together in solutions.
- Invest more in knowledge transfer and less in research. Help to initiate practical solutions.
- Train independent advisors to become facilitators for on farm study groups.
- Train vets and feed advisors to become more general health and management advisors and let them work together and learn from each other.
- Start farmers learning from farmers- programs, facilitated by professional with agro background (vets, feed advisors, etc.).
- Reward or subsidize cow & environment friendly barns and systems.
- Train barn designers on basic cow needs.
- Train the university professors and the agriculture school teachers.
- Educate the next generation of farmers in school with new realities.
- Educate existing farm owners and their staff. Lifelong learning program.
- Implement rules for one spacious, soft, dry, bed per cow , stress-free calving line and stress-free stockmanship

VETERINARIOS: TRABAJANDO POR UNA PRODUCCIÓN ANIMAL ÉTICAMENTE SOSTENIBLE

Marta E. Alonso[1] y Juan M. Lomillos[2]

1 Departamento de Producción Animal, Facultad de Veterinaria. Universidad de León. León. España. marta.alonso@unileon.es
2 Departamento de Producción y Sanidad Animal, Salud Pública Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad Cardenal Herrera-CEU. Valencia. España. juan.lomillos@uchceu.es

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial hemos asistido durante las últimas décadas a una creciente preocupación pública sobre el bienestar animal, que según Broom (2007) se pone de manifiesto en los siguientes hechos: cartas de particulares y de grupos sociales a los medios de comunicación y cobertura mediática de los mismos, alusiones en los debates parlamentarios y declaraciones gubernamentales, peticiones de realización de pruebas científicas para evaluar el bienestar animal, trabajos de comisiones científicas y asesoras, financiación de proyectos de investigación científica sobre bienestar animal de determinadas especies, incremento de cursos de formación y congresos y finalmente mayor legislación.

Sin embargo, en nuestra relación con los animales, otros aspectos han cobrado relevancia y en palabras de Tom Regan "podemos mejorar el bienestar de los animales, pero eso no altera lo erróneo de nuestra acción, pues lo importante no es su sufrimiento sino nuestra actitud hacia ellos" (Pompe, 2005). De este modo, se han ido introduciendo conceptos de obligaciones morales y sus implicaciones éticas desarrollándose argumentos bioéticos que condicionan el modo en que los consumidores y el público en general perciben los sistemas de producción animal.

En nuestros días la labor como veterinarios va más allá de conseguir que los animales gocen de un estado de salud que les permita afrontar con éxito la reproducción para que puedan manifestar todo su potencial productivo. No solo debemos ocuparnos de que los ganaderos obtengan sus productos en las mejores condiciones tanto higiénicas y sanitarias como económicas, sino que debemos ayudarles a alcanzar el mejor mercado posible para ellos. Así, resulta de gran trascendencia que, en una sociedad globalizada como es la actual, donde la creciente preocupación de los consumidores por las implicaciones éticas de los sistemas y modos de producción puede suponer un veto para algunos productos, nosotros, como veterinarios, seamos capaces de adaptar los sistemas de producción a las nuevas exigencias de la sociedad proporcionando a los ganaderos razones que les permitan justificar moralmente sus estrategias productivas. Esto solo puede lograrse desde el conociendo y dominio de los principales argumentos bioéticos.

Esta corriente de creciente preocupación por parte de los consumidores, especialmente en los países del entorno europeo y norteamericano, tiene su base en el profundo cambio que durante el pasado siglo ha sufrido la sociedad y la consiguiente evolución en las relaciones entre el hombre y los animales. Varias son las causas que la han motivado:

En primer lugar, destaca el incremento de la población urbana en detrimento de la población rural, observado desde la Revolución Industrial en los países industrializados. En el caso concreto de España, este efecto se ha producido en los últimos 30 años (Gamero, 2007). Así, durante un largo periodo de tiempo buena parte de la población que vivía en el entorno rural tenía un estrecho contacto con los animales pertenecientes al núcleo familiar, de los cuales dependía su subsistencia, bien por tratarse de animales criados para el autoconsumo o bien porque la venta de los productos obtenidos de dichos animales mejoraba la exigua economía. Con el desplazamiento de la población al entorno urbano, en los países más desarrollados esa conexión con los animales de renta se pierde.

Por otro lado, dado que el hombre es una especie social y que necesita el contacto con la naturaleza en alguna de sus formas, aumenta el porcentaje de la población que tiene animales de compañía, y no sólo de las especies tradicionales como perros y gatos, sino también de otras consideradas hasta tiempos recientes únicamente como animales de granja, como son los conejos o los cerdos. Esa convivencia estrecha con los animales hace que sean considerados como miembros de la unidad familiar (Serpell y Paul 1994), aumentando el estatus moral que se les otorga y las obligaciones morales hacia ellos (Callicot 1992, Palmer 2012) y, por extensión, a los demás pertenecientes a la misma especie.

El tercer factor a considerar es el aumento de la educación y el conocimiento científico que ha propiciado la difusión de las similitudes entre humanos y animales, tanto fisiológicas como genéticas (compartimos un gran porcentaje de genes con especies tan alejadas como las ratas). Cuando mejor es el conocimiento del funcionamiento fisiológico y del comportamiento animal mayor es el grado de sensibilización ante el uso que hacemos de los animales y el trato que se les da. Cuando una persona considera a un animal como una posesión utilizable no muy diferente de un objeto inanimado, es más probable que en su comportamiento pueda realizar acciones que disminuyan su bienestar, que si lo considera similar a los humanos en varios aspectos (Broom, 2007).

Teniendo en cuenta que según Reiss (2005) la Ética es la rama de la filosofía relacionada con como decidimos lo que es moralmente bueno o malo, acertado o erróneo, deberemos hacer un repaso histórico a las corrientes filosóficas antes de adentrarnos en las teorías bioéticas para poder comprender adecuadamente sus orígenes. Así, una de las primeras referencias que tenemos de la consideración moral de los animales data del siglo V antes de Cristo cuando Pitágoras y otros coetáneos, creían en la reencarnación y en la permanencia del alma que consideraban se encontraba también en los animales a los cuales situaban en un plano moral de igualdad con los humanos, por lo que abogaban por un estilo de vida vegetariano para evitar el sacrificio de los animales para su consumo. Posteriormente, Aristóteles con su gran influencia cambia la consideración moral de los animales al argumentar que su plano no puede ser de igualdad al carecer los animales de capacidad para razonar.

Las principales religiones monoteístas sitúan al hombre en un plano de superioridad con respecto a los animales, pero introducen el "mandato divino de cuidar y proteger a los demás seres de la creación". El cristianismo integra parte de la filosofía griega aristotélica y refrenda la posición moral de superioridad del

hombre, siendo según White (1967), la religión más antropocéntrica que el mundo ha visto, con lo cual el uso de los animales no se vio cuestionado durante muchos siglos. En la actualidad, algunos teólogos como Leonardo Boff y el propio Papa Francisco, abogan por una visión más Franciscana según la cual la ternura debería gobernar nuestra relación con los animales y con la naturaleza con los cuales compartimos genealogía divina (Rozzi, 2015).

Volviendo al siglo XVII René Descartes, filósofo, matemático y científico, contribuyó al mantenimiento del *status quo* en cuanto a la consideración moral cristiana de los animales, al sostener que su funcionamiento era mecánico careciendo, incluso, de capacidad para sentir dolor (Singer, 2011). Como hombre de ciencia de su tiempo, está documentado que realizó vivisecciones en perros totalmente conscientes. Su creencia le llevaba a explicar que las vocalizaciones emitidas por los animales ante estímulos dolorosos se debían a un acto meramente reflejo.

Ya en el siglo XVIII, el filósofo y naturalista escocés David Hume, duda seriamente sobre la ausencia de capacidad para sentir dolor de los animales. Es más, cree que los animales tienen capacidad de entender y razonar y que "como los humanos, aprenden muchas cosas de la experiencia", siendo su corriente seguida por otros científicos de la época, entre los que ocupó un lugar destacado Charles Darwin, aunque no tienen gran repercusión debido a la influencia de la religión en ese momento.

En ese mismo siglo la figura más relevante e influyente es la de Emmanuel Kant, filósofo alemán, que aboga por la igualdad entre humanos en cuanto a la consideración moral que merecen, de modo que "ninguna persona puede ser utilizada como un medio para beneficiar a otra persona". Cabe destacar que esta propuesta se realiza en el seno de una sociedad en la cual la esclavitud y la supremacía del hombre sobre la mujer se consideran algo absolutamente normal. Sin embargo, para Kant los animales no pueden ser considerados en el plano de igualdad pues carecen de muchas de las capacidades humanas. Basándose en la igualdad entre seres, pero incluyendo a los animales, Tom Regan, filósofo estadounidense del siglo pasado llegaría a desarrollar el argumento ético de los derechos de los animales.

A caballo entre los siglos XVIII y XIX, aparece la figura de Jeremy Bentham, filósofo inglés, padre del "utilitarismo", corriente ética que busca alcanzar "la mayor felicidad posible para el mayor número personas". Sus principios fueron adaptados a la ética animal en el siglo XX por algunos autores como Singer, Frey y Scruton (Pompe, 2005).

ARGUMENTOS Y TEORIAS BIOÉTICAS

Todo este bagaje filosófico ha permitido desarrollar las diferentes teorías y argumentos bioéticos, que son el conjunto de pensamientos filosóficos que nos permiten evaluar el grado de aceptabilidad moral del uso que hacemos de los animales. Pasaremos, seguidamente, a realizar un repaso breve de las principales teorías bioéticas.

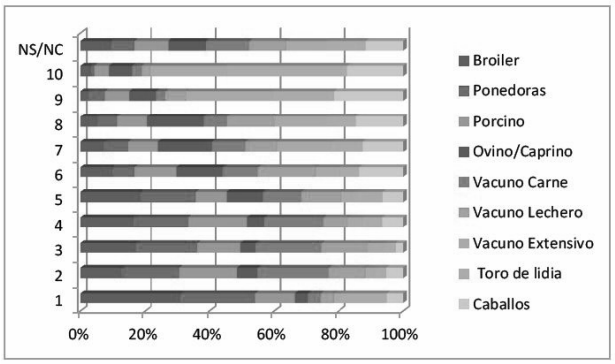
UTILITARISMO: ***"La moralidad trata de maximizar el bienestar humano y animal"***

Ha evolucionado desde la filosofía de la igualdad de Bentham ("Cada uno cuenta como uno y ninguno como más de uno") utilizando el ejemplo de la esclavitud y el racismo para explicar la inmoralidad de la discriminación. Bentham se hacía las siguientes preguntas:

"Llegará un día en el que la vellosidad de la piel, la terminación del *os sacrum* o el número de extremidades sean razones insuficientes para abandonar a un ser a su suerte. ¿Qué es lo que dibuja la línea insuperable? ¿Es la capacidad de razonar o quizá de hablar? Sin embargo, un caballo tiene una capacidad de razonar mucho más desarrollada que un niño recién nacido, de una semana o incluso de un mes. La pregunta no es ¿Pueden razonar? O ¿Pueden hablar? La pregunta es ¿Pueden sentir?

En la actualidad, el utilitarista más conocido es Peter Singer quien escribió "*Animal Liberation*" en 1975. Singer, al igual que Bentham, aboga por la igualdad y que el mayor interés debe prevalecer, con lo cual basándose en esta idea de coste-beneficio, el coste de una acción sobre los animales no debe superar los beneficios obtenidos de la misma.

Los animales, como los humanos, merecen consideración moral y lo que importa en nuestra relación con los animales es hasta qué punto afectamos su bienestar, pues este se relaciona íntimamente con el estatus moral (Pompe, 2005). Cuando decidimos qué debemos hacer, hay que considerar las consecuencias sobre el bienestar de los animales tanto como los potenciales beneficios para los humanos. En el caso de la producción animal las mayores críticas las recibieron los sistemas intensivos en los que los animales se encontraban en peores condiciones, como las gallinas en jaulas y las cerdas atadas. A pesar de las modificaciones legislativas en pro de una mejora en su bienestar, la avicultura y porcinocultura intensivas siguen siendo percibidas por los ciudadanos como las producciones en las que el BA es menor, según datos obtenidos en un estudio realizado recientemente por nuestro equipo de trabajo en el que se pedía la valoración desde 1 (muy malo) a 10 (excelente) (Alonso *et al.*, 2018). Por el contrario, la producción de ganado vacuno en extensivo y de toro de lidia son consideradas como situaciones en las que el BA es alto y situando la producción de vacuno de leche en posiciones intermedias, por delante de la producción intensiva de carne.



Al igual que Broom (2007), consideramos que la evaluación del BA en un determinado sistema de producción o situación debe ser una cuestión científica y objetiva y una vez evaluado se podrán tomar las decisiones pertinentes a nivel ético. Sin embargo, esto es un trabajo sencillo, pues existe una gran cantidad de definiciones de BA debido a que es un concepto que abarca el estado físico y emocional, su habilidad para adaptarse y en los últimos años se ha introducido también su calidad de vida (Webster, 2016) pasando de las cinco libertades y sus consiguientes cinco provisiones al concepto de una vida que merezca la pena ser vivida (Mellor, 2016). De este modo, evaluar el grado de consecución de la satisfacción de las necesidades fisiológicas y los estados negativos del animal como el estrés, está metodológicamente más avanzado, pero cuando se trata de necesidades psicológicas, estados positivos y deseos resulta mucho más complicado. Incluso algo tan básico como que la salud forma parte del bienestar no gozaba del consenso general (Broom, 2007). Buena prueba de ello es que no existe un sistema universalmente aceptado para evaluar el bienestar animal y ello a pesar de importantes cantidades de dinero gastadas en

su investigación y desarrollo en los últimos años por ejemplo en Europa en el proyecto Welfare Quality®.

Como veterinarios, debemos de ser conscientes de nuestra responsabilidad en este campo. Atendiendo, por ejemplo, al caso de la producción de leche de ganado vacuno, según el argumento utilitarista estaría justificada en base al beneficio que suponen para los humanos. Sin embargo, tiene que llevarse a cabo teniendo el máximo cuidado de que el impacto generado por los sistemas empleados sobre el bienestar de los animales sea el mínimo posible. Una de las maneras de conseguirlo consiste en aplicar los conocimientos de etología, pues cuanto más sabemos del comportamiento de un animal más podemos conseguir que las condiciones en las que lo alojamos y el modo en que lo manejamos sea lo mas favorables posibles. Ello no solo redunda en incremento de los beneficios para los animales, sino también para los humanos en forma de mayores y mejores producciones (Alonso, 2018).

Por otro lado, cuando se incrementa el conocimiento sobre las necesidades animales de las personas que los manejan también lo hacen sus obligaciones morales hacia ellos, mejorando sus condiciones de vida (Broom, 2007).

KANTIANISMO Y TEORÍAS DEONTOLÓGICAS: ***"La moralidad se basa en acuerdos"***

Basado en reglas y obligaciones desarrolladas de la filosofía de Emmanuel Kant, por lo cual recibe la denominación de kantianismo, argumento contractual o deontología.

Al contrario que en el utilitarismo, en esta teoría se desliga lo acertado o erróneo de una acción de sus consecuencias y, siguiendo al filósofo alemán, el valor de un animal depende de su valor para las personas, pues no tienen intrínseco y por ello no tenemos obligaciones directas con los animales. Se basa en la ley moral de que las personas nunca deben tratarse como medios para beneficiar a otras personas. Sin embargo, los animales sí pueden ser considerados como instrumentos para beneficio de las personas y solo se encuentran protegidos moralmente porque son importantes, de algún modo, para las personas.

Volviendo a la producción animal, en aquellos países en los que existen Leyes sobre Protección Animal, tenemos la obligación de cumplirlas pero no tanto por el valor moral del animal o su bienestar en sí mismos como argumentan defensores de los derechos de los animales o utilitaristas, sino porque existe esa Ley que debe ser respetada. Dada la formación recibida por la mayor parte del colectivo veterinario, tendemos a pensar que este argumento deontológico o contractual es el único existente o, en el mejor de los casos, el de mayor importancia (Código Deontológico).

Detrás de muchas decisiones tomadas por grandes cadenas comerciales y marcas de comida rápida de no utilizar como proveedores productores cuyas granjas son consideradas poco respetuosas con los animales, está el argumento contractarianista, pues su mayor preocupación es vender productos y si los consumidores tienen reservas o directamente están en contra, la imagen de estas empresas se verá dañada y por ello forzarán a los productores a cambiar sus sistemas. Existen en Reino Unido empresas como la "Freedom Foods" que se encarga de etiquetar los productos obtenidos de explotaciones que cumplen con sus requerimientos en materia de alojamientos y manejo de los animales (Broom, 2007). En nuestro país el ejemplo más claro de la influencia de los consumidores sobre las decisiones empresariales y la aplicación del argumento kantianista, es la "carrera" por conseguir certificaciones en BA por parte de las principales industrias del sector lácteo a la que asistimos desde el año pasado (Anónimo, 2019). Se trata de un claro intento de cumplir con las exigencias de los clientes que pueden modificar sus decisiones de compra en función de que una marca cuente o no con dicha certificación en su etiquetado.

DERECHOS DE LOS ANIMALES: ***"Buenos resultados no pueden justificar medios perniciosos"***

Esta teoría, desarrollada por Tom Regan, establece que tanto humanos como animales merecen protección moral, pues ambos tienen valor intrínseco y son capaces de experimentar sentimientos. El valor de los animales no depende de su utilidad o su significado para el hombre. Sin tener en cuenta si tienen o no capacidad para razonar, todos los seres capaces de "sentir" no deben ser utilizados como medios para beneficiar a otros. Este argumento está extrapolado del kantianismo, pero Regan incluye a los animales en su versión: 'Los animales de laboratorio no son nuestros probadores, nosotros no somos sus reyes'.

No obstante, Regan clasifica el valor inherente en función de ciertas propiedades, como creencias, deseos e intenciones. Los animales que poseen un nivel bajo en estas propiedades, tienen menos valor inherente y merecen menor protección moral (Regan, 2004).

Los defensores de los derechos de los animales se oponen al utilitarismo y consideran que el bienestar animal no es para nada relevante dentro del discurso moral. Consideran que hay reglas éticas fijas que marcan los límites de nuestra relación con los animales: hay ciertas cosas que no estamos autorizados a hacer a los animales cualesquiera que sean las circunstancias o los beneficios que emanen de ellas. Esta idea de una prohibición no-negociable, es lo que habitualmente se quiere decir cuando se habla de "derechos de los animales".

Sin embargo, una cosa es decir que los animales tienen derechos y otra decidir cuáles son esos derechos. Esto se traduce en que el argumento de los derechos de los animales se presenta en formas más o menos radicales. Los defensores más extremistas de esta posición mantienen la igualdad de derechos entre humanos y animales. Se excluirían, no obstante, derechos únicamente humanos como pudiera ser la libertad de expresión, pero incluyen el derecho a no ser asesinado en beneficio de las personas (excepto en defensa propia).

En el otro lado, la reclamación puede ser que los animales tienen derecho a ser tratados "con respeto" o "humanamente", no haciendo daño evitable a los animales. Hace años, los defensores más débiles de esta teoría no necesariamente descartaban la cría de ganado y el sacrificio de especies domésticas.

Los más extremistas, con modos de vida vegetarianos estrictos, consideran inaceptable matar animales para comer su carne o criarlos para aprovechar su leche, viendo a los ganaderos y veterinarios de animales de renta como auténticos enemigos de los derechos de los animales, incluso se han generalizado últimamente en las redes sociales mensajes feministas en los cuales se considera la producción de leche como una explotación machista.

RELACIONALISMO: ***"La moralidad nace de nuestra relación con los animales y unos con otros"***

El argumento relacionalista es realmente un grupo de argumentos asociados. Lo que estos argumentos tienen en común es el énfasis en la importancia ética de las relaciones entre animales y seres humanos, al igual que entre personas.

En este caso nuestras obligaciones con los animales dependen de lo próximos que estén a nosotros o no, por lo que estas son superiores en el caso de los animales de compañía que de los animales de granja o incluso de otros humanos que no conocemos (Callicott, 1992). De este modo, tenemos obligaciones

especiales con los animales domésticos pues nosotros cuidamos de ellos, pero, hablando en términos generales, no tenemos obligaciones con respecto a los animales salvajes. Por otro lado, Palmer (2012) pone mayor énfasis en que uno de los aspectos más trascendentes de nuestra obligación moral hacia los animales domésticos radica en que nosotros los hemos hecho vulnerables y dependientes de nuestros cuidados y decisiones por lo que nuestra obligación de protección activa hacia ellos supera con creces nuestra responsabilidad hacia otros animales salvajes o silvestres con los cuales solo tenemos la obligación de no interferir negativamente ("no harm").

En cualquier caso, la teoría relacionalista puede mantener, simplemente, que siempre que exista una relación entre una persona y un animal (por ejemplo: un pastor y su rebaño) son aplicables unos límites éticos especiales en el tratamiento de esos animales. No obstante, como la idea clave aquí es que existe un valor en la relaciones cercanas, los teóricos relacionalistas van a menudo más lejos y mantienen que las relaciones cercanas deben ser fomentadas siempre que sea posible.

Bajo la luz de ese argumento el planteamiento de ganadería industrial ("*industrial farming*") sería éticamente menos sostenible pues resultaría más difícil que pueda existir una relación cercana entre el personal que trabaja en una granja de 3000 vacas y los animales. Por ello, si asumimos que el grado de preocupación moral por los animales es inferior en las explotaciones de gran tamaño, serían moralmente más sostenibles las granjas de estructura familiar con un número de animales escaso que permita un grado de conocimiento de cada uno de los animales muy alto y por ello, una mayor implicación y protección moral de los animales. La ganadería de precisión ("precision farming"), en la cual la interacción humano-animal se ve minimizada existiendo un grado de robotización elevado, sería cuestionable por motivos similares según este argumento relacionalista.

INTEGRIDAD DE LAS ESPECIES Y RESPETO A LA NATURALEZA

Rolston es el principal representante y proclama que es más importante proteger la integridad de la especie y su relación con el ecosistema, que los derechos de los animales individualmente. La extinción o la interferencia en la integridad genética de una especie se consideran moralmente erróneas y éticamente inaceptables, pues cuando una especie se extingue el problema no es sólo la pérdida de recursos genéticos y oportunidades de disfrute, es que esa especie tiene valor en sí misma y el valor se pierde.

De nuevo, dado que preservar las especies es moralmente bueno por sí mismo, debemos respetar la naturaleza y su rica estructura genética. No debemos modificar genéticamente las especies, pues eso supone una interferencia irrespetuosa. Algunas de las críticas a este argumento se basan en que los cambios en el genoma suceden de modo natural produciendo una evolución de las especies en el tiempo, pues el genoma no es estático sino dinámico.

Por otro lado, según Rozzi (2015) se está produciendo una fagocitosis y homogenización biocultural a escala mundial. A la luz de la Ética Biocultural y su implicación en la gobernanza global de la tierra ("*Earth Stewardship*") para el mantenimiento de la salud de la naturaleza, la importancia que tienen las relaciones entre los hábitos o costumbres de las comunidades de habitantes y sus hábitats se ve seriamente amenazada cuando se pierden los modos de vida y producción tanto animal como vegetal de las comunidades autóctonas (Rozi *et al.*, 2018). La intensificación de la producción animal en los últimos años ha hecho desaparecer costumbres arraigadas en algunas zonas rurales, como "las beceras" o pastoreo comunitario de montes que permitía mantenerlos libres de hierba, arbustos y materiales capaces de propagar un incendio con facilidad. Tampoco debemos olvidar que algunas razas autóctonas se han visto diezmadas ante las razas cosmopolitas con las que no pueden competir en cuanto a producciones totales, pero tras su implantación se van perdiendo muchos de los hábitos y costumbres tradicionales con alto valor en el mantenimiento y cuidado de la tierra.

CONCLUSIONES

Con esta ponencia no hemos pretendido hacer un catálogo de lo que es moral y éticamente justificable en el campo de la producción de ganado vacuno, solo hemos querido suscitar la reflexión. Como conclusiones, nos gustaría destacar dos ideas a considerar:

- Los cambios en la sociedad actual han incrementado el estatus moral de los animales por lo que la aceptabilidad moral del uso que hacemos de ellos debe estar justificada mediante algunos de los principales argumentos bioéticos.
- Sólo desde el conocimiento podremos contribuir al mantenimiento de las producciones animales, proporcionando a los ganaderos herramientas que les ayuden a adecuar sus productos a las demandas de los consumidores, cada vez más preocupados por las implicaciones éticas y el bienestar animal.

¡Trabajemos por una producción animal éticamente sostenible!

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, M.E. (2018). El complejo triángulo: Bienestar, Producción, Consumidor. IV Jornada TOP GAN de Vacuno de Leche, León 9 de octubre. https://vimeo.com/295965810
- Anónimo (2019). Certificar la calidad, una tendencia al alza. Vaca Pinta, 8, 56-66.
- Broom, D.M. (1986). Indicators of poor welfare. British Veterinary Journal, 142: 524-526.
- Broom, D.M. (2007). Introducción: conceptos sobre la protección y el bienestar animal que incluyen las obligaciones y los derechos. En: Bienestar Animal. Ed. Acribia, Zaragoza, pp: 1-15.
- Callicott, J.B. (1992). Animal liberation and environmental ethics: back together again. En: The animal liberation/environmental ethics debate: the environmental perspective. E. Hargrove (Ed.), State University of New York Press, Albany, pp: 249-262.
- Gamero, M.R. (2007). España: un país no proteccionista. En: Bienestar Animal. Ed. Acribia, Zaragoza, pp: 203-210.
- Mellor, D.J. (2016). Updating Animal Welfare Thinking: Moving beyond the "Five Freedoms" towards "A Life Worth Living", Animals, 6, 21; doi:10.3390/ani6030021.
- Palmer, C. (2012). The moral relevance of the distinction between domesticated and wild animals. En: The Oxford Handbook of Animal Ethics. Beauchamp y Frey (Eds.). DOI: 10.1093/oxfordhb/9780195371963.013.0026
- Pompe, V. (2005). The animal issue: diversity in values and thoughts. En: Animal Bioethics, Principles and Teaching Methods. Ed. Wageningen Academic Publishers, Holanda, pp: 79-95.
- Regan, T. (2004). The case of Animals Rights. California University Press, Berkeley y Los Angeles.
- Reiss, M.J. (2005). Teaching animal bioethics: pedagogic objetives. En: Animal Bioethics, Principles and Teaching Methods. Ed. Wageningen Academic Publishers, Holanda, pp: 198-202.

- Rozzi, R. (2015). Implications of the biocultural ethic for Earth Stewardship. En: Earth Stewardship: Linking Ecology and Ethics in Theory and Practice. Ricardo Rozzi, F. Stuart Chapin III, J. Baird Callicott, S.T.A. Pickett, Mary E. Power, Juan J. Armesto, Roy H. May Jr. (Eds.), Springer, Dordrech, pp: 87-112.
- Rozzi, R., May, R.H., Chapin III, S., Massardo, F., Gavin, M.C., Klaver, I.J., Pauchard, A., Nuñez, M.A., Simberloff, D. (2018). From biocultural homeginization to biocultural conservation: A conceptual framework to reorient society toward sustainability of life. En: From biocultural homogenization to biocultural conservation, Ecology and Ethics. Rozzi, R., May Jr., R.H., Chapin III, F.S., Massardo, F., Gavin, M.C., Klaver, I., Pauchard, A., Nuñez, M.A., Simberloff, D. (Eds.) Springer Nature Suiza, pp. 1-17.
- Serpell, J., Paul, E. (1994). Pets and the development of positive attitudes to animals. En: Animals and human society. A. Manning y J. Serpell (Eds.) Routledge, Londres, pp: 127-144.
- Singer, P. (2011). Liberación Animal. Taurus, Madrid.
- White, L. (1967). The historical roots of our ecological crisis. Science, 155: 1203–1207.
- Webster, J. (2016). Animal welfare: freedoms, dominions and “a life worth living”. Animals, 6, 35; doi:10.3390/ani6060035

MAS ALLÁ DEL RUMEN – LA RELACIÓN ENTRE LA DISFUNCIÓN INTESTINAL, INMUNIDAD, Y METABOLISMO EN BOVINOS

Ignacio R. Ipharraguerre

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, el entendimiento de las funciones intestinales ha alcanzado fronteras que trascienden ampliamente su rol de tracto digestivo. Además de aportar los elementos necesarios para la digestión y absorción de nutrientes, el epitelio intestinal, junto con el sistema inmune subyacente y las terminaciones nerviosas entéricas, tienen diversas responsabilidades que son esenciales para la vida. Actualmente, dichas tareas incluyen la protección contra agentes nocivos e infecciones, la regulación de la flora intestinal, la integración de señales provenientes de la dieta ingerida como de la actividad microbiana, y el mantenimiento de un intercambio contaste de información con el cerebro y otros órganos. Estas funciones son llevadas a cabo por mecanismos complejos, muchos de los cuales permanecen aun parcialmente desconocidos. A pesar de ello, un número creciente de investigaciones demuestran que las funciones no digestivas del intestino salvaguardan el mantenimiento de una relación mutualista entre microbiota y hospedante y además garantizan la homeostasis inmune y metabólica tanto a nivel local como sistémico. De hecho, perturbaciones que afectan la integridad de la mucosa intestinal, merman la capacidad del hospedante de regular la microflora residente (disbiosis) y limitar la entrada de antígenos, toxinas y microorganismos dentro de la lamina propia (función de barrera). Como resultado, un proceso inflamatorio se dispara a nivel local que, de no ser resuelto de forma rápida y efectiva (tolerancia inmune), genera hiperpermeabilidad epitelial. Esto agrava el goteo sistémico de endotoxinas y patógenos, lo cual amplifica la respuesta inflamatoria e impide su resolución. Eventualmente, este proceso fisiopatológico pude conllevar desregulaciones inmunometabólicas y/o enfermedades que afectan el intestino (enfermedades inflamatorias intestinales) u otros órganos (tejido adiposo, hígado, pulmones, etc.).

Si bien la mayoría del conocimiento existente sobre las funciones no digestivas del intestino deriva de estudios con animales monogástricos (incluyendo los humanos), datos científicos recientes, sumados a un gran número de evidencias indirectas en rumiantes, denotan la existencia de una relación causal entre la disfunción intestinal y varias (fisio)patologías asociadas a enfermedades entéricas y trastornos metabólicos que sufren los bovinos.

COMPONENTES CLAVES DE UN INTESTINO FUNCIONAL

Dentro del contexto actual de los sistemas de producción bovina, caracterizados por los esfuerzos en reducir el uso de medicación (entre otros aspectos), un intestino funcional puede ser definido como *aquel capaz de mantener o rápidamente restaurar el balance óptimo entre las funciones de digestión, absorción, y protección requerido para asegurar el desempeño, salud, y bienestar animal*. Desde un punto de vista no digestivo, los factores que juegan un papel clave en garantizar la funcionalidad del intestino son su epitelio y sistema asociado de defensa (inmune), el sistema nervioso que lo irriga, y el conjunto de microrganismos que en el reside.

Epitelio intestinal

El epitelio intestinal tiene un área aproximada de 300-400 m^2 y representa la mayor interfaz entre el cuerpo y el ambiente exterior. El mismo consiste de una monocapa celular formada por varios tipos de células, entre los cuales predominan los enterocitos (90-95%) especializados en la absorción de nutrientes, electrólitos, y agua. Entre las células epiteliales restantes se encuentran las células goblet, encargadas de la síntesis y secreción del moco que recubre el epitelio; las células paneth, especializadas en la producción de un amplio repertorio de péptidos antimicrobianos; y las células enterocromafines, responsables de la producción de hormonas y otras sustancias. Las células epiteliales adyacentes se encuentran unidas entre si en su extremo apical (cara luminal de epitelio) por medio de las uniones intercelulares. Estas estructuras están compuestas por conglomerados de proteínas, los cuales forman, en el lado luminal de las células epiteliales, las uniones estrechas (claudinas, ocludinas, tricelulinas, etc.) seguidas en dirección basal por las uniones adherentes (E-cadherina, catenina, etc.) y finalmente por los desmosomas (desmocolina, desmogleina, etc.) (Salvo-Romero *et al.*, 2015)and block the passage of potentially harmful substances. However, epithelial cells are also responsible for the absorption of nutrients and electrolytes, hence a semipermeable barrier is required that selectively allows a number of substances in while keeping others out. To this end, the intestine developed the “intestinal barrier function”, a defensive system involving various elements, both intra- and extracellular, that work in a coordinated way to impede the passage of antigens, toxins, and microbial byproducts, and simultaneously preserves the correct development of the epithelial barrier, the immune system, and the acquisition of tolerance against dietary antigens and the intestinal microbiota. Disturbances in the mechanisms of the barrier function favor the development of exaggerated immune responses; while exact implications remain unknown, changes in intestinal barrier function have been associated with the development of inflammatory conditions in the gastrointestinal tract. This review details de various elements of the intestinal barrier function, and the key molecular and cellular changes described for gastrointestinal diseases associated with dysfunction in this defensive mechanism. (Salvo-Romero *et al.*, 2015). Además de conferir la fuerza adhesiva necesaria para mantener la integridad del epitelio intestinal (y así servir como barrera física a la entrada de agente nocivos), las uniones intercelulares controlan la permeabilidad epitelial a través de la formación de poros o canales en el espacio intercelular (o ruta paracelular porosa) y la creación del gradiente electroquímico necesario para sustentar el transporte transepitelial (France and Turner, 2017). Es por esto por lo que las uniones intercelulares determinan en gran medida la capacidad del epitelio intestinal de formar una barrera selectiva que impide la entrada de antígenos, toxinas y patógenos, pero no la de agua y nutrientes.

Sistema de defensa de la mucosa intestinal

Además de estar protegida por la barrera física que constituyen las células epiteliales y el moco que las cubre, la mucosa intesti-

nal es defendida por el órgano inmunitario más grande del cuerpo denominado "tejido linfoide asociado al intestino" (TLAI). El TLAI esta compuesto por estructuras linfoides organizadas (placas de Peyer, folículos linfoides asilados, ganglios linfoides mesentéricos, crtypoparches) y células inmunitarias distribuidas dentro del epitelio (linfocitos intraepiteliales) o, debajo del mismo, en la lamina propia. Las células del TLAI incluyen linfocitos B, de los cuales la gran mayoría produce inmunoglobulina A, linfocitos T CD4+ (colaboradores/efectores) que predominan en la lamina propia, y linfocitos T CD8+ (supresores/citotóxicos) que se concentran dentro del epitelio (Peterson and Artis, 2014)which include the physical segregation of commensal bacteria and the integration of microbial signals. Hence, IECs are crucial mediators of intestinal homeostasis that enable the establishment of an immunological environment permissive to colonization by commensal bacteria. In this Review, we provide a comprehensive overview of how IECs maintain host-commensal microbial relationships and immune cell homeostasis in the intestine. (Peterson and Artis, 2014. Cuando la barrera epitelial falla en su cometido de protección de la mucosa (debido a estrés, infecciones, etc.), la integridad de esta es mantenida por el TLAI a través de una respuesta inespecífica, escalonada, rápida, y efectiva que previene la inflamación de la mucosa y septicemia. Dicha respuesta se inicia con el reconocimiento de moléculas asociadas a patógenos (ej., lipopolisacárido, ácido lipoteicoico, peptidoglicano) por medio de sensores (receptores de reconocimiento de patrones) localizados en las células epiteliales y células inmunitarias (ej., mastocitos, macrófagos, células dendríticas) que residen en el espacio subepitelial. Esto resulta en la liberación aguda de factores proinflamatorios (ej., citoquinas, prostaglandinas, etc.) y el reclutamiento de células efectoras (ej., neutrófilos) dentro de la mucosa, lo que eventualmente conlleva la eliminación del agente invasor y la resolución del proceso inflamatorio (Peterson and Artis, 2014) which include the physical segregation of commensal bacteria and the integration of microbial signals. Hence, IECs are crucial mediators of intestinal homeostasis that enable the establishment of an immunological environment permissive to colonization by commensal bacteria. In this Review, we provide a comprehensive overview of how IECs maintain host-commensal microbial relationships and immune cell homeostasis in the intestine. (Peterson and Artis, 2014). Otros mecanismos de defensa inespecíficos de la mucosa intestinal incluyen la secreción de moco, péptidos antimicrobianos, e inmunoglobulina A; la motilidad peristáltica; y la regeneración celular (Salvo-Romero *et al.*, 2015) and block the passage of potentially harmful substances. However, epithelial cells are also responsible for the absorption of nutrients and electrolytes, hence a semipermeable barrier is required that selectively allows a number of substances in while keeping others out. To this end, the intestine developed the "intestinal barrier function", a defensive system involving various elements, both intra- and extracellular, that work in a coordinated way to impede the passage of antigens, toxins, and microbial byproducts, and simultaneously preserves the correct development of the epithelial barrier, the immune system, and the acquisition of tolerance against dietary antigens and the intestinal microbiota. Disturbances in the mechanisms of the barrier function favor the development of exaggerated immune responses; while exact implications remain unknown, changes in intestinal barrier function have been associated with the development of inflammatory conditions in the gastrointestinal tract. This review details de various elements of the intestinal barrier function, and the key molecular and cellular changes described for gastrointestinal diseases associated with dysfunction in this defensive mechanism. (Salvo-Romero *et al.*, 2015). Por otro lado, el TLAI también tiene la capacidad de desarrollar inmunidad adaptativa con la ayuda de células M y dendríticas ubicadas en el epitelio intestinal, las cuales se encargan de procesar y presentar antígenos a las poblaciones de linfocitos que se encuentran dentro de las estructuras de TLAI en el espacio subepitelial (Peterson and Artis, 2014)which include the physical segregation of commensal bacteria and the integration of microbial signals. Hence, IECs are crucial mediators of intestinal homeostasis that enable the establishment of an immunological environment permissive to colonization by commensal bacteria. In this Review, we provide a comprehensive overview of how IECs maintain host-commensal microbial relationships and immune cell homeostasis in the intestine. (Peterson and Artis, 2014).

Es importante notar que las mencionadas moléculas inflamatorias pueden inhibir la función absortiva del epitelio y causar hiperpermeabilidad paracelular vía la restructuración de las uniones estrechas (Turner, 2009; Turner *et al.*, 2014)generally sterile, tissue compartments. In the skin and gut, tight junctions must also seal the paracellular space to prevent microbiota from accessing the internal milieu. This is a relatively simple task in the integument, where an absolute barrier is effective. However, intestinal epithelial tight junctions are charged with the far more complex task of supporting paracellular transport of water, ions, and nutrients while providing a barrier to microbial translocation. The delicate nature of this balance, which is disrupted in disease, makes the intestine a unique organ in which to explore the complexities of tight junction permeability and barrier regulation. Here we review recent progress in understanding the molecular determinants of barrier function and events responsible for regulation, and dysregulation, of tight junction permeability.

Mucosal surfaces are lined by epithelial cells. These cells establish a barrier between sometimes hostile external environments and the internal milieu. However, mucosae are also responsible for nutrient absorption and waste secretion, which require a selectively permeable barrier. These functions place the mucosal epithelium at the centre of interactions between the mucosal immune system and luminal contents, including dietary antigens and microbial products. Recent advances have uncovered mechanisms by which the intestinal mucosal barrier is regulated in response to physiological and immunological stimuli. Here I discuss these discoveries along with evidence that this regulation shapes mucosal immune responses in the gut and, when dysfunctional, may contribute to disease. (Turner, 2009; Turner *et al.*, 2014). Además, la activación de las células inmunitarias acelera exponencialmente su metabolismo, lo que aumenta la demanda de glucosa y otros nutrientes por parte del TLAI (Buck *et al.*, 2017)extracellular matrix, and nutrients that may differ from those in which they matured. Imbedded in immune cell physiology are metabolic pathways and metabolites that not only provide energy and substrates for growth and survival, but also instruct effector functions, differentiation, and gene expression. This review of immunometabolism will reference the most recent literature to cover the choices that environments impose on the metabolism and function of immune cells and highlight their consequences during homeostasis and disease. (Buck *et al.*, 2017). Por estos motivos, fallas temporales o crónicas en la función de barrera intestinal no solo pueden comprometer la salud animal sino también su potencial productivo.

Sistema nervioso entérico

El sistema nervioso entérico (SNE) contiene tantas neuronas como la médula espinal y contribuye a la regulación de las funciones absortivas, secretorias, y barrera del intestino. El mismo

esta compuesto por dos grandes plexos, el miénterico y el submucoso, que se interconectan para regular la actividad de neuronas motoras y sensoriales, respectivamente. El SNE produce un gran número de mediadores químicos, siendo acetilcolina (Ach) y el péptido vasoactivo intestinal (PVI) los neurotransmisores que típicamente estimulan la secreción epitelial y norepinefrina el que promueve procesos absortivos. Cuando la barrera intestinal es comprometida y las terminaciones sensoriales del SNE que irrigan la mucosa son activadas por endotoxinas, compuestos producidos por células infectadas, o moléculas inflamatorias se activa un arco reflejo que eventualmente induce la secreción de Ach y PVI por parte de los nervios motores. Este mecanismo, cuyo resultado final es un aumento en la secreción de fluidos, juega un papel importante en diversas enfermedades diarreicas que afectan a los animales de granja (Moeser and Blikslager, 2007).

Microbiota intestinal

Inmediatamente después de nacer, el intestino es rápidamente colonizado por una compleja comunidad de microorganismos que evoluciona hasta alcanzar la madurez (estabilidad) en algún momento después del destete, probablemente como consecuencia del cambio de dieta líquida a sólida. En humanos, y a nivel individual, dicha comunidad esta compuesta por al menos unas 150 especies de bacterias, hongos, virus, y arquea, que en conjunto suman entre 1 a 2 kg de biomasa y adicionan más de 3 millones de genes al genoma del hospedante (es decir, lo expande unas 150 veces) (Postler and Ghosh, 2017). Los bovinos también presentan una gran diversidad de microorganismos en el intestino, especialmente después del destete, con preponderancia de bacterias pertenecientes a los filos Bacteroidetes, Firmicutes, y Proteobacteria (composición similar al rumen) (Meale *et al.*, 2017)while supporting the absorption and metabolism of nutrients for growth and maintenance. The GIT of the calf in early life undergoes some of the most rapid microbial and structural changes documented in nature, and these adaptations in GIT function make the young calf susceptible to GIT diseases and disorders. Despite these challenges, the calf's GIT has a certain degree of plasticity and can sense nutrient supply and respond to bioactive ingredients. Calf GIT research has historically focused on the transition during weaning and characterizing ruminal papillae development using microscopy and digesta metabolite responses. Through the use of new molecular-based approaches, we have recently shown that delaying the age of weaning and providing a step-down weaning protocol is associated with a more gradual shift in ruminal microbiota to a postweaned state. In addition to ruminal adaptations during weaning, nutrient flow to the lower gut changes dramatically during weaning, coinciding with a wide array of structural and microbiological changes. Structural and gene expression changes suggest that the lower gut of the dairy calf undergoes alterations that may reduce barrier function when solid feeds are consumed. More recently, in vivo data revealed that the weaning transition increases total gut permeability of the calf. Interestingly, the lower gut may be able to communicate with the forestomach, meaning that a nutrient can be sensed in the lower gut and cause subsequent adaptations in the forestomach. An improved understanding of how diet, microbiota, and functional ingredients interact to affect growth and barrier function of the intestinal tract would greatly benefit the dairy calf industry. A mechanistic understanding of such adaptations would also aid in the formulation of specific management regimens and provision of functional ingredients required to characterize and enhance gut function in young calves. (Meale *et al.*, 2017. Aunque los microorganismos intestinales son frecuentemente calificados como comensales (ni beneficiosos, ni dañinos), la relación con el hospedante es normalmente mutualista (beneficio mutuo). En otras palabras, la microbiota recibe nutrientes dentro de un ambiente (intestino) favorable para su establecimiento y proliferación mientras que al mismo tiempo el hospedante obtiene múltiples beneficios derivados de la actividad microbiana. Entre otros, estos incluyen el desarrollo del TLAI, la degradación de xenobióticos, la exclusión de patógenos, y la síntesis de vitaminas (Willing *et al.*, 2010)archaea and fungi, collectively known as the microbiota, abounds within the gastrointestinal tract of the mammalian host. This microbial population makes many important contributions to host physiology through inter-kingdom signalling and by providing nutrients that have both local and systemic effects. In a healthy state the overall host-microbial interaction is symbiotic; however, a growing number of diseases have been associated with a dysregulated microbiota. To avoid these consequences, the host exerts substantial effort to maintain proper regulation of the microbiota with respect to localization and composition. Although important to maintaining microbial balance, the host immune response can also be the cause of a disrupted microbiota, contributing to disease severity. Here, we discuss the role of the host in both maintaining and disrupting a balanced gastrointestinal microbiota. (Willing *et al.*, 2010. En la actualidad, una gran cantidad de datos científicos demuestran que un número incierto de compuestos bioactivos que son producidos por la actividad microbiana (en su conjunto llamado metaboloma microbiano), más que los microorganismos *per se*, son esenciales para la conservación de funciones vitales en el hospedante (incluida la funcionalidad intestinal). De hecho, alteraciones en las transformaciones bioquímicas a cargo de la flora intestinal (disbiosis) están involucradas en numerosas enfermedades inflamatorias, inmunitarias, y/o metabólicas (Schroeder and Bäckhed, 2016; Postler and Ghosh, 2017). Esta claro, por lo tanto, que el mantenimiento de una relación microbiota – animal saludable depende de la integridad de la mucosa intestinal y de su capacidad de preservar el mutualismo vía los mecanismos de defensa epitelial e integración de señales microbianas.

DISFUNCIÓN INTESTINAL, INMUNIDAD, Y METABOLISMO EN BOVINOS

La visión del intestino como un mero órgano digestivo ha primado durante años, especialmente en el caso de los bovinos y otros rumiantes. Sin embargo, investigaciones recientes en terneros y, en menor medida, en vacas lecheras, sumadas a un conjunto importante de evidencias indirectas comienzan a descubrir un escenario donde el intestino de los bovinos juega un papel tan importante como el rumen en asegurar la homeotasis metabólica pero muy peculiar en determinar su estado inmunitario.

Un estudio focalizado en la fase neonatal de los bovinos ha evidenciado que las terneras que desarrollaran diarreas durante la segunda y tercera semana de vida presentan mayor permeabilidad intestinal que las que no son afectadas por esta enfermedad (Araujo *et al.*, 2015). Si bien la coexistencia de ambas patologías es esperable, la observación de que las terneras diarreicas sufren hiperpermeabilidad gastrointestinal desde nacimiento sugiere que la desregulación de la barrera epitelial opera como agente etiológico en la presentación de diarrea neonatal. Coincidentemente, la abundancia de bacterias patogénicas asociadas al epitelio intestinal de los terneros es mayor durante la primer semana de vida (Song *et al.*, 2018) y los tratamientos antibióticos parecen entorpecer el restablecimiento de una barrera efectiva (Yoon *et al.*, 2018). Independientemente de la veracidad de la relación sugerida, es esperable que la disfunción

epitelial neonatal aumente el riesgo de infecciones en terneros. Es más, el estrés del destete también compromete la barrera epitelial y promueve cambios drásticos en la composición y actividad de la microbiota intestinal que conjuntamente pueden conllevar problemas sanitarios y/o mermas productivas (Mereu *et al.*, 2015; Wood *et al.*, 2015; Meale *et al.*, 2016)or (2.

Aunque de forma indirecta, otros estudios sugieren que la disfunción intestinal esta también involucrada en el desarrollo o progresión de (fisio)patologías asociadas a la parición (en particular acetonemia e hígado graso), la acidosis ruminal, y el estrés calórico (Eckel and Ametaj, 2016; Garcia *et al.*, 2017; Kvidera *et al.*, 2017)however, fails to account for the substantial correlation between both metabolic and infectious diseases and the detrimental effects that can occur with the provision of high-energy diets to support these nutritional demands. Currently, increasing evidence implicates bacterial endotoxins in the etiopathology of most periparturient diseases. Bacterial endotoxins are components of the outer cell wall of gram-negative and gram-positive bacteria that are highly immunostimulatory and can trigger proinflammatory immune responses. The ability of endotoxins to translocate from the mucosal tissues, including the gastrointestinal tract, mammary gland, and uterus, into the systemic circulation has been observed. Once they have entered the circulation, endotoxins potentially contribute to disease either directly, through eliciting an inflammatory response, or indirectly through other factors such as the overreaction of the natural protective mechanisms of the host. Although the evidence implicating a role of endotoxins in the pathogenesis of transition diseases continues to grow, our current knowledge of the host response to mucosal endotoxin exposure and pathogenic mechanisms remain largely unknown. Developing our understanding of the connection between endotoxemia and dairy cattle disease holds significant potential for the future development of preventative measures that could benefit the productivity of the dairy industry as well as animal welfare.

Study objectives were to evaluate the effects of intentionally reduced intestinal barrier function on productivity, metabolism, and inflammatory indices in otherwise healthy dairy cows. Fourteen lactating Holstein cows (parity 2.6 ± 0.3; 117 ± 18 d in milk. Más notable aun, la pérdida intencional de la integridad intestinal en vacas lactantes generó inflamación sistémica, ineficiencias metabólicas (resistencia a insulina) y caídas marcadas tanto en el consumo de materia seca como en la producción de leche (Kvidera *et al.*, 2017). Colectivamente, los datos científicos disponibles apuntan a que el mantenimiento de la función intestinal durante la lactancia es clave para asegurar la productividad, salud, y bienestar del ganado lechero.

CONCLUSIÓN

Además de operar como tubo digestivo, el intestino lleva a cabo tareas de protección, regulación de la microbiota residente, y comunicación entre órganos que son vitales para conservar la homeostasis tanto inmune como metabólica. Durante el ciclo de producción bovina numerosas situaciones (manejo nutricional, estrés, infecciones, etc.) pueden generar fallas en la integridad funcional del intestino. Frecuentemente, dichas disfunciones acarrean la pérdida del mutualismo entre microbiota y hospedante (disbiosis), desregulan la entrada de agentes nocivos en el epitelio y en circulación sistémica, y disparan la activación de una respuesta inflamatoria. De no ser resuelta de forma rápida y efectiva, esta fisiopatológica puede contribuir al desarrollo de enfermedades (entéricas o metabólicas) o ineficiencias inmunometabólicas que merman el potencial productivo y bienestar de los bovinos.

BIBLIOGRAFÍA

- Araujo, G., C. Yunta, M. Terré, A. Mereu, I. R. Ipharraguerre, and A. Bach. 2015. Intestinal permeability and incidence of diarrhea in newborn calves. J. Dairy Sci. 98. doi:10.3168/jds.2015-9666.
- Buck, M. D., R. T. Sowell, S. M. Kaech, and E. L. Pearce. 2017. Metabolic instruction of immunity. Cell. 169:570–586. doi:10.1016/j.cell.2017.04.004.
- Eckel, E. F., and B. N. Ametaj. 2016. Invited review: Role of bacterial endotoxins in the etiopathogenesis of periparturient diseases of transition dairy cows. J. Dairy Sci. 99:5967–5990. doi:10.3168/jds.2015-10727.
- France, M. M., and J. R. Turner. 2017. The mucosal barrier at a glance. J. Cell Sci. 130:307–314. doi:10.1242/jcs.193482.
- Garcia, M., B. J. Bradford, and T. G. Nagaraja. 2017. Invited review : Ruminal microbes, microbial products, and systemic inflammation. Prof. Anim. Sci. 33:635–650. doi:10.15232/pas.2017-01663.
- Kvidera, S. K., M. J. Dickson, M. Abuajamieh, D. B. Snider, M. V. S. Fernandez, J. S. Johnson, A. F. Keating, P. J. Gorden, H. B. Green, K. M. Schoenberg, and L. H. Baumgard. 2017. Intentionally induced intestinal barrier dysfunction causes inflammation, affects metabolism, and reduces productivity in lactating Holstein cows. J. Dairy Sci. 100:4113–4127. doi:10.3168/jds.2016-12349.
- Meale, S. J., F. Chaucheyras-Durand, H. Berends, L. L. Guan, and M. A. Steele. 2017. From pre- to postweaning: Transformation of the young calf's gastrointestinal tract. J. Dairy Sci. 100:5984–5995. doi:10.3168/jds.2016-12474.
- Meale, S. J., S. Li, P. Azevedo, H. Derakhshani, J. C. Plaizier, E. Khafipour, M. A. Steele, and C. J. Yeoman. 2016. Development of ruminal and fecal microbiomes are affected by weaning but not weaning strategy in dairy calves. Front. Microbiol. 7:1–16. doi:10.3389/fmicb.2016.00582.
- Mereu, A., G. Tedo, A. J. Moeser, G. Rimbach, and I. R. Ipharraguerre. 2015. Cromolyn-mediated improvement of intestinal barrier function is associated with enhanced piglet performance after weaning. BMC Vet. Res. 11. doi:10.1186/s12917-015-0588-1.
- Moeser, A. J., and A. T. Blikslager. 2007. Mechanisms of porcine diarrheal disease. J. Am. Vet. Med. Assoc. 231:56–67. doi:10.2460/javma.231.1.56.
- Peterson, L. W., and D. Artis. 2014. Intestinal epithelial cells: regulators of barrier function and immune homeostasis. Nat. Rev. Immunol. 14:141–53. doi:10.1038/nri3608.
- Postler, T. S., and S. Ghosh. 2017. Understanding the holobiont: How microbial metabolites affect human health and shape the immune system. Cell Metab. 26:110–130. doi:10.1016/j.cmet.2017.05.008.
- Salvo-Romero, E., C. Alonso-Cotoner, C. Pardo-Camacho, M. Casado-Bedmar, and M. Vicario. 2015. Función barrera intestinal y su implicación en enfermedades digestivas. Rev. Esp. Enfermedades Dig. 107:686–696.
- Schroeder, B. O., and F. Bäckhed. 2016. Signals from the gut microbiota to distant organs in physiology and disease. Nat. Med. 22:1079–1089. doi:10.1038/nm.4185.
- Song, Y., N. Malmuthuge, M. A. Steele, and L. L. Guan. 2018. Shift of hindgut microbiota and microbial short chain pre-weaning. FEMS Microbiol. Ecol. fix179:1–15. doi:10.1093/femsec/fix179.

- Turner, J. R. 2009. Intestinal mucosal barrier function in health and disease. Nat. Rev. Immunol. 9:799–809. doi:10.1038/nri2653.
- Turner, J. R., M. M. Buschmann, I. Romero-Calvo, A. Sailer, and L. Shen. 2014. The role of molecular remodeling in differential regulation of tight junction permeability. Semin. Cell Dev. Biol. 36:204–12. doi:10.1016/j.semcdb.2014.09.022. A
- Willing, B. P., N. Gill, and B. B. Finlay. 2010. The role of the immune system in regulating the microbiota. Gut Microbes. 1:213–223. doi:10.4161/gmic.1.4.12520.
- Wood, K. M., S. I. Palmer, M. A. Steele, J. A. Metcalf, and G. B. Penner. 2015. The influence of age and weaning on permeability of the gastrointestinal tract in Holstein bull calves. J. Dairy Sci. 98:7226–7237. doi:10.3168/jds.2015-9393.
- Yoon, H., M. Schaubeck, I. Lagkouvardos, A. Blesl, S. Heinzlmeir, H. Hahne, T. Clavel, S. Panda, C. Ludwig, B. Kuster, C. Manichanh, P. Kump, D. Haller, and G. Hörmannsperger. 2018. Increased pancreatic protease activity in response to antibiotics impairs gut barrier and triggers colitis. Cell. Mol. Gastroenterol. Hepatol. 6:370–388. e3. doi:10.1016/j.jcmgh.2018.05.008.

EL IMPACTO DE LA SALUD DE LAS VACAS EN TRANSICIÓN EN LA FERTILIDAD DE LAS VACAS LECHERAS

Luís G. D. Mendonça, D.V.M., M.S.

El período de transición es una fase crítica en el ciclo de producción de vacas lecheras. El estado de salud durante este período dictará el desempeño reproductivo y de lactancia del rebaño. Varios estudios de investigación han demostrado los efectos negativos de los trastornos postparto en el desempeño reproductivo. En ocho experimentos recopilados que se llevaron a cabo en siete granjas, se demostró que las vacas que tienen un caso de trastorno posparto dentro de los 60 días después del parto tienen menos probabilidades de quedar embarazadas en el primer servicio y más probabilidades de perder el embarazo en los primeros 60 días de gestación en comparación con las vacas consideradas saludables (Santos *et al.*, 2010). La incidencia total de trastornos postparto en los experimentos recopilados, que consisten en datos de 5.719 vacas, fue de 44.2%; en otras palabras, sólo 55.8% de las vacas se consideraron saludables. La alta incidencia de trastornos postparto en los rebaños lecheros, específicamente condiciones relacionadas con el tracto reproductivo y la glándula mamaria, ha sido frecuentemente reportada en la literatura, sin embargo, no es raro observar rebaños con baja incidencia de trastornos postparto reportados en el software de gestión de la granja. Los diagnósticos insuficientes y, en algunos casos, la falta de diagnósticos de trastornos postparto por parte del personal agrícola minusvalora la incidencia real de las enfermedades postparto en algunos rebaños. La Tabla 1 demuestra la incidencia de desórdenes postparto de 10 rebaños lecheros en los Estados Unidos. Estos datos se extrajeron del software de gestión de la granja de rebaños aleatorios en 3 estados. Aunque no se investigó si se trataba de incidencias reales, se puede observar que las incidencias de enfermedades postparto varían mucho entre los rebaños y que hay importantes trastornos postparto que no se registran, como la metritis. Para que los veterinarios se centren en la medicina preventiva para mejorar el rendimiento reproductivo del rebaño, el diagnóstico correcto de la enfermedad y el mantenimiento de registros son extremadamente importantes. Además, si la meta es entender las áreas de oportunidad en el período de transición de un rebaño, no se debe pasar por alto la calidad de los datos sobre la salud de las vacas en transición. La información representada en la Tabla 1 ejemplifica la idea de que algunos rebaños tienen la oportunidad de mejorar su programa de transición de vacas (monitoreo y registro apropiado de los trastornos de salud).

El afinamiento de los programas de transición de vacas debe producir un aumento de la fertilidad debido a que la salud posparto repercute en el embarazo por el primer servicio de IA, lo cual influye en la eficiencia reproductiva general del rebaño. Un informe reciente (Ribeiro *et al.*, 2016) indicó que los resultados reproductivos para el primer servicio se ven afectados independientemente del sitio de inflamación de los trastornos postparto (enfermedades uterinas y no uterinas). El embarazo por el primer servicio de IA se redujo para las vacas diagnosticadas con enfermedad uterina (placenta retenida o metritis) y para las vacas diagnosticadas con enfermedad no uterina (mastitis y trastornos digestivos y respiratorios) en comparación con las vacas sanas. Los autores también demostraron que el uso de la transferencia de embriones en lugar de la IA no superó el bajo rendimiento reproductivo de las vacas afectadas por trastornos de salud postparto. El impacto de la enfermedad posparto en la fertilidad es multifacético. Algunos de los mecanismos que intervienen en el desarrollo embrionario deficiente de las vacas enfermas son la reducción de la división celular del embrión, la reducción de la supervivencia a la etapa de la mórula y la alteración de la elongación del concepto y la secreción de interferón-T. Ribeiro *et al.* (2106) también demostraron que además de la reducción de la preñez por el primer servicio de IA de vacas diagnosticadas con una enfermedad, la pérdida de preñez se incrementó en comparación con las vacas sanas.

Además de que el estado de salud tiene implicaciones para el desarrollo embrionario y fetal, la actividad ovárica posparto se ve afectada en las vacas enfermas. Varios estudios de investigación han demostrado que las vacas que se consideran sanas después del parto (sin enfermedad clínica) tienen menos probabilidades de estar en estado anovular antes de someterse a la primera IA.

Para entender mejor el impacto del estado de salud en la función ovárica, nuestro grupo de investigación llevó a cabo un estudio para evaluar las respuestas ovulatorias inducidas por GnRH de las vacas con o sin flujo vaginal purulento, también conocido como endometritis clínica (Voelz *et al.*, 2018). En este estudio, utilizamos el dispositivo Metricheck para determinar qué vacas (n = 693) tenían endometritis clínica entre 32 y 49 días en leche (días en lactación DEL). La proporción de vacas primíparas y multíparas con endometritis fue de 28,5% y 13,4%, respectivamente. Las vacas multíparas con endometritis tuvieron menos probabilidades de ser cíclicas a los 49 días en leche, menos probabilidades de ovular con GnRH administrada a los 49 días en leche, y menos probabilidades de tener una CL o recibir IA a los 56 días en leche. Evaluamos intencionalmente estos resultados específicos en aproximadamente 50 días en leche porque es un momento importante en el manejo reproductivo en los rebaños lecheros (ya sea que se estén administrando tratamientos reproductivos a las vacas para sincronizar el ciclo estral, o que las vacas sean consideradas elegibles para ser inseminadas). Las vacas primíparas con endometritis también tenían más probabilidades de estar en estado anovular que las vacas sin endometritis. No obstante, los hallazgos relacionados con la respuesta ovulatoria inducida por GnRH en vacas primíparas fueron los opuestos a los reportados para las multíparas.

En general, los trastornos postparto tienen efectos sobre la fertilidad al alterar tanto la salud uterina como la actividad ovárica. Por lo tanto, la prevención de enfermedades y el monitoreo de los trastornos postparto son claves para maximizar la eficiencia reproductiva de los rebaños lecheros.

Las lecherías deben esforzarse por mejorar la salud posparto mediante la aplicación de prácticas preventivas en el período seco. Además, los puntos cruciales a considerar en los programas vacas en transición son los diagnósticos correctos de importantes trastornos postparto, el examen sistemático diario de las vacas en postparto, los tratamientos apropiados y el buen mantenimiento de registros. Un programa exitoso de monitoreo

de la salud posparto permite a los veterinarios identificar los primeros problemas que ocurren durante el período de transición. Los informes semanales o mensuales de las enfermedades de las vacas después del parto pueden ser útiles para seguir las tendencias a lo largo del tiempo y ayudar a evaluar más rápidamente las causas subyacentes de una mayor incidencia de la enfermedad.

Tabla 1. Proporción de vacas diagnosticadas con trastornos de salud por personal de granja de 10 rebaños en los EE.UU. Los datos fueron extraídos del software de gestión de la granja de los rebaños (datos de 2014).

	Número de vacas	Retención de placenta, %	Metritis, %	Mastitis, %	Cetosis, %	Cojera, %	Muerto[1], %	Vendido[1], %
Rebaño 1	1.000	8,4	6,0	5,1	0,1	6,7	3,1	6,4
Rebaño 2	1.100	3,2	9,9	8,1	6,1	7,1	3,4	5,1
Rebaño 3	2.700	16,2	0,4	6,5	No hay datos	0,1	3,0	9,3
Rebaño 4	3.100	15,6	27,6	22,8	8,1	10,9	7,0	9,8
Rebaño 5	3.500	21,8	No hay datos	12,2	No hay datos	0,1	3,9	6,2
Rebaño 6	3.500	18,4	9,7	13,0	No hay datos	0,8	5,9	6,1
Rebaño 7	4.900	4,2	No hay datos	9,0	No hay datos	2,5	2,3	6,6
Rebaño 8	5.700	7,0	23,4	14,7	18,3	1,2	6,8	16,6
Rebaño 9	6.500	8,3	24,0	17,0	0,1	6,3	7,3	10,1
Rebaño 10	10.000	18,6	13,0	22,3	No hay datos	8,3	3,8	14,4

[1]Proporción de vacas muertas o vendidas durante los primeros 60 días en leche.

BIBLIOGRAFÍA

En la versión inglesa

ENGLISH VERSION ▾

THE IMPACT OF TRANSITION COW HEALTH ON FERTILITY OF DAIRY COWS

Luís G. D. Mendonça, D.V.M., M.S.

The transition period is a critical phase in the cycle of production of dairy cows. Health status during this period will dictate reproductive and lactation performance of the herd. Several research studies have shown the negative carry-over effects of postpartum disorders on reproductive performance. In eight compiled experiments that were conducted on seven farms, it was shown that cows that have one case of postpartum disorder within 60 days after calving are less likely to become pregnant in the first service and more likely to lose the pregnancy in the first 60 days of gestation compared with cows considered healthy (Santos *et al.*, 2010). The overall incidence of postpartum disorders in the compiled experiments, which consists of data of 5,719 cows, was 44.2%; in other words, only 55.8% of cows were considered healthy. High incidence of postpartum disorders in dairy herds, specifically conditions related to the reproductive tract and mammary gland, has often been reported in literature, however, it is not uncommon to observe herds with low incidence of postpartum disorders reported in the on-farm management software. Underdiagnoses and, in some instances, lack of diagnoses of postpartum disorders by farm personnel underestimates the real incidence of postpartum diseases on some herds. Table 1 demonstrates incidence of postpartum disorders from 10 U.S. dairy herds. This data was extracted from on-farm management software from random herds across 3 states. Although it was not investigated whether these were real incidences, one can note that incidences of postpartum diseases vary greatly across herds and there are important postpartum disorders not being recorded, such as metritis. In order for veterinarians to focus on preventive medicine to improve herd reproductive performance, correct disease diagnosis and record-keeping are extremely important. In addition, if the goal is to understand areas of opportunity in the transition period of a herd, data quality regarding transition cow health should not be overlooked. Data depicted in Table 1 exemplifies the idea that some herds have an opportunity to improve their transition cow program (monitoring and appropriate recording of health disorders).

Fine-tuning of transition cow programs should result in increased fertility because postpartum health impacts pregnancy per AI of first service, which influences overall herd reproductive efficiency. A recent report (Ribeiro *et al.*, 2016) indicated that reproductive outcomes for first service are impacted regardless of the site of inflammation of postpartum disorders (uterine and nonuterine diseases). Pregnancy per AI for first service was decreased for cows diagnosed with uterine disease (retained placenta or metritis) and for cows diagnosed with nonuterine disease (mastitis and digestive and respiratory disorders) compared with healthy cows. The authors also demonstrated that using embryo transfer instead of AI did not overcome poor reproductive performance of cows that were affected by postpartum health disorders. The impact of postpartum disease on fertility is multifaceted. Some of the mechanisms involved in impaired embryonic development of diseased cows are reduced cleavage, reduced survival to the morula stage, and altered conceptus elongation and secretion of interferon-tau. Ribeiro *et al.* (2106) also demonstrated that in addition to reduced pregnancy per AI for first service of cows diagnosed with disease, pregnancy loss was increased compared with healthy cows.

Besides health status having implications to embryonic and fetus development, postpartum ovarian activity is impacted in diseased cows. Several research studies have shown that cows that are deemed healthy after calving (no clinical disease) are less likely to be in anovular condition before submission to first AI.

To further understand the impact of health status on ovarian function, our research group conducted a study to evaluate GnRH-induced ovulatory responses of cows with or without purulent vaginal discharge, also referred as clinical endometritis (Voelz *et al.*, 2018). In this study, we used the Metricheck device to determine which cows (n = 693) had clinical endometritis between 32 to 49 days in milk. Proportion of primiparous and multiparous cows with endometritis was 28.5% and 13.4%, respectively. Multiparous cows with endometritis were less likely to be cyclic at 49 days in milk, less likely to ovulate to GnRH administered at 49 days in milk, and less likely to be bearing a CL or receiving AI by 56 days in milk. We intentionally evaluated these specific outcomes at approximately 50 days in milk because it is an important timepoint in reproductive management in dairy herds (either cows are being administered reproductive treatments to synchronize the estrous cycle, or cows are deemed eligible to be inseminated). Primiparous cows with endometritis were also more likely to be in anovular condition than

cows without endometritis. Nonetheless, the findings related to the GnRH-induced ovulatory response in primiparous cows was the opposite from the ones reported for multiparous.

Altogether, postpartum disorders have carry-over effects on fertility by altering both uterine health and ovarian activity. Thus, disease prevention and monitoring postpartum disorders are key to maximize reproductive efficiency of dairy herds.

Dairies should strive to improve postpartum health by implementing preventative practices in the dry period. In addition, crucial points to be considered in transition cow programs are correct diagnoses of important postpartum disorders, systematic examination of postpartum cows daily, appropriate treatments, and good record-keeping. A successful postpartum health monitoring program allows veterinarians to identify early issues occurring in the transition period. Weekly or monthly reports of postpartum cow diseases may be useful to track trends over time and help assess more rapidly underlying causes for increased disease incidence.

Table 1. Proportion of cows diagnosed with health disorders by farm personnel from 10 herds in the U.S. Data was extracted from the on-farm management software of the herds (data from 2014).

	Number of cows	Retained placenta, %	Metritis, %	Mastitis, %	Ketosis, %	Lameness, %	Dead[1], %	Sold[1], %
Herd 1	1,000	8.4	6.0	5.1	0.1	6.7	3.1	6.4
Herd 2	1,100	3.2	9.9	8.1	6.1	7.1	3.4	5.1
Herd 3	2,700	16.2	0.4	6.5	No data	0.1	3.0	9.3
Herd 4	3,100	15.6	27.6	22.8	8.1	10.9	7.0	9.8
Herd 5	3,500	21.8	No data	12.2	No data	0.1	3.9	6.2
Herd 6	3,500	18.4	9.7	13.0	No data	0.8	5.9	6.1
Herd 7	4,900	4.2	No data	9.0	No data	2.5	2.3	6.6
Herd 8	5,700	7.0	23.4	14.7	18.3	1.2	6.8	16.6
Herd 9	6,500	8.3	24.0	17.0	0.1	6.3	7.3	10.1
Herd 10	10,000	18.6	13.0	22.3	No data	8.3	3.8	14.4

[1] Proportion of cows that were dead or sold in the first 60 days in milk.

REFERENCES

Ribeiro, E.S., G. Gomes, L.F. Greco, R.L.A. Cerri, A. Vieira-Neto, P.L.J. Monteiro Jr., F.S. Lima, R.S. Bisinotto, W.W. Thatcher, and J.E.P. Santos. 2016. Carryover effects of postpartum inflammatory diseases on developmental biology and fertility in lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 99:2201–2220.

Santos, J.E.P., R.S. Bisinotto, E.S. Ribeiro, F.S. Lima, L.F. Greco, C.R. Staples, and W.W. Thatcher. 2010. Applying nutrition and physiology to improve reproduction in dairy cattle. Soc. Reprod. Fertil. Suppl. 67:387–403.

Voelz, B.E., L. Rocha, F. Scortegagna, J.S. Stevenson, and L.G.D. Mendonça. 2018. Response of lactating dairy cows with or without purulent vaginal discharge to gonadotropin-releasing hormone and prostaglandin F2α. J. Anim. Sci. 96:56–65.

COLINA: UNA HISTORIA MÁS ALLÁ DEL HÍGADO GRASO

Marcos Zenobi, Juan Manuel Bollatti, José Eduardo Santos, Charles Staples.

Universidad de Florida.

Colina se clasifica como pseudo vitamina porque no ha sido identificada como cofactor enzimático y sus requerimientos diarios son mucho mayores a aquellos recomendados para vitaminas. Colina participa en diversos procesos biológicos, como el crecimiento de terneros mamones, neurotransmisión, coagulación sanguínea e implantación embrionaria. Sin embargo, su carácter de esencial en la síntesis de fosfatidilcolina, un componente crucial de las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL), conlleva a que colina sea principalmente conocida por su rol en la exportación de triglicéridos hepáticos (Chandler y White, 2017). La deficiencia de colina, de hecho, resulta en la acumulación de grasa en el hígado en varias especies. A pesar de que los requerimientos diarios de colina y su importancia son reconocidos en la ciencia porcina, avícola e incluso humana, no han sido establecidos para vacas lecheras preñadas, o en lactancia. La principal limitante, es que los niveles de colina circulante no reflejan los niveles de colina en la dieta, posiblemente por mecanismos compensatorios que aseguran la homeostasis (Abratte et al., 2009). En rumiantes, la situación se agrava por la exposición del intestino a pequeñas cantidades de colina y por lo tanto actualmente las investigaciones apuntan a la identificación de marcadores sistémicos para evaluar el estatus de colina, y al establecimiento de los requerimientos diarios de colina en la dieta para vacas en transición.

En esta revisión el enfoque es sobre resultados obtenidos en los últimos cinco años de investigación de los efectos de suplementación de vacas lecheras en transición, con colina protegida de la degradación ruminal. Es válido aclarar la importancia que tiene suplementar con colina protegida, ya que de no ser así, las bacterias ruminales degradan casi la totalidad de la colina ingerida, dejando menos del 1% de la misma para ser absorbida en el intestino (Sharma and Erdman, 1988).

La suplementación de colina protegida durante el período de transición resulta consistentemente en aumento en la producción de leche, que promediando resultado de 14 estudios científicos alcanza 2 kg de leche diario (revisado en Zenobi et al., 2018a). Con el objetivo de entender mejor el mecanismo por el cual la suplementación con colina protegida aumenta la producción de leche, hicimos un experimento en el cual asumimos que el efecto estaba relacionado con la disminución de acumulación de grasa en hígado. Por eso, a las 93 vacas preparto incluidas en el experimento las dividimos en 2 grupos, uno alimentado con una dieta hipercalórica (150% de los requerimientos de energía; NRC 2001), y uno alimentado con una dieta que cubría el requerimiento (100% de los requerimientos de energía; NRC 2001). Nuestra hipótesis era que la suplementación de colina en el período de transición beneficiaría de manera preferencial a las vacas lecheras multíparas que eran más propensas a desarrollar hígado graso después del parto; es decir, aquellas que consumieron calorías en exceso en el período preparto. Se esperaba una interacción de la ingesta de calorías antes del parto y la suplementación con colina. Para evaluar el efecto de colina, a cada grupo, se lo subdividió en dos, a uno se le agregó 60 gr de colina protegida (ReaShure, Balchem Corp., New Hampton, NY) y al otro no. **Los resultados mostraron que la suplementación de colina protegida durante el periparto aumenta la producción de leche (2.2 kg/d; *P*<0.10), independientemente del contenido calórico de la dieta preparto (Zenobi et al., 2018a).** Cuando evaluamos la producción de leche de estas vacas, observamos que el incremento en producción continuaba más allá del período de suplementación. Para ser más exacto, las vacas fueron suplementadas con colina protegida hasta 21 días posparto, y **la producción de leche de dichas vacas, continuo siendo mayor (2.1 kg/d; *P*<0.10) en comparación al grupo control, hasta 40 semana de lactancia (Zenobi et al., 2018a).** En este ensayo en particular, no detectamos significativa disminución de niveles de grasa en hígado, por lo que empezamos a evaluar otros posibles mecanismos por el cual este nutriente esencial en la dieta aumenta la producción de leche. La deficiencia de colina compromete la integridad del intestino en ratas (Takahashi et al., 1982), en particular reduce la actividad de la enzima Ca-ATPasa en los enterocitos. Dada la importancia de esta enzima en el transporte activo de calcio, evaluamos la funcionalidad del intestino de estas vacas suplementadas, o no, con colina protegida, a través de la comparación de niveles de calcio en sangre en la primer semana postparto (días 0, 1, 3, 7 posparto). Efectivamente, las vacas suplementadas con colina protegida durante tres semanas pre parto y tres semanas posparto, tuvieron mayores niveles de calcio en comparación con el grupo control (8.7 vs. 8.4 mg/dL, respectivamente, $P < 0.05$) por lo que resultaron en menor (15 puntos porcentuales; $P<0.05$) incidencia de hipocalcemia subclínica (Zenobi et al, 2018a). También observamos que las vacas suplementadas con colina protegida tendían a tener menor temperatura rectal ($P<0.10$), comparada con el grupo control, y menor incidencia de enfermedades uterina como retención de placenta y metritis (Zenobi et al., 2018). Estos resultados sugieren que realmente hubo una mejor homeostasis de calcio en vacas suplementadas con colina protegida, ya que existe una asociación entre hipocalcemia subclínica, enfermedades uterinas (Martínez et al., 2012) y elevación de temperatura.

Un trabajo reciente mostraba que los niveles de colina en la vena porta eran solamente altos cuando se administró cloruro de colina vía abomaso, pero no con suplementación de colina protegida en la dieta (de Veth et al., 2016). Para probar la hipótesis que la colina protegida que nosotros utilizamos (ReaShure, Balchem Corp., New Hampton, NY) es bioactiva, hicimos un experimento con 77 vacas a las cuales le indujimos hígado graso en el periodo de vaca seca y las suplementamos con 0, 30, 60, 90 o 120 g de ReaShure (Zenobi et al., 2018b). Es importante mencionar que durante el periodo de restricción alimenticia los animales fueron suplementados con metionina protegida para mantener cubiertos los requerimientos de dicho nutriente. **Los resultados fueron lineales (*P*<0.01), es decir que a medida que se incrementó la suplementación con colina protegida, disminuyó la concentración de triglicéridos (% de MS) en el hígado desde 17.5 (control; no colina) a 11.1% (120 g de ReaShure).** Con estos resultados pudimos confirmar, que a pesar de no generar niveles sistémicos altos, el producto utilizado en los programas de investigación, efectivamente tiene bioactividad.

Realizamos otro estudio en la Universidad de Florida, con un

diseño experimental similar al anterior en cuanto a la suplementación de vacas periparto con colina protegida, que se implementó durante 3 semanas pre y 3 semanas posparto (Bollatti et al, 2018). En este estudio, si bien volvimos a evaluar el efecto de la suplementación con colina protegida en la producción de leche, teníamos como objetivo ver si había efectos en los terneros nacidos de vacas suplementadas con colina protegida durante el último período de la gestación (resultados que se presentan al final de este manuscrito). En cuanto al efecto de colina protegida en producción de leche, en coherencia con resultados anteriores, las vacas suplementadas con colina produjeron mayor cantidad de leche, tanto durante las 3 primeras semanas posparto mientras consumían colina protegida, como durante el resto de la lactancia, hasta la semana 15 posparto (2.2 kg/l; $P<0.10$). Similar a los resultados que habíamos tenido anteriormente, en este ensayo la suplementación con colina protegida también redujo (21.6 puntos porcentuales) la incidencia de hipocalcemia subclínica en el posparto ($P<0.05$).

Un cuestionamiento que ha tenido la suplementación con colina, ligado a la presunción que los efectos positivos que causa es consecuencia exclusiva de la mejor exportación de grasa hepática, es si solamente es efectiva en vacas con excedida condición corporal al parto. El razonamiento es que de no haber reserva lipídica, estas vacas no movilizaran tejido adiposo en el periodo posparto temprano por lo que no deberíamos tener problemas de hígado graso. Para abordar a esta pregunta analizamos el efecto de la suplementación con colina protegida en producción de leche según la condición corporal de las vacas en el momento de inicio de la suplementación (3 semanas pre parto). Combinamos datos de dos experimentos (Zenobi et al 2018a; Bollatti et al., 2018) con un total de 192 vacas Holstein. Tanto las dietas pre como posparto incluyeron metionina, entre 2.24 y 2.35% de la proteína metabolizable en el preparto y entre 1.72 y 2.30% de la proteína metabolizable en el posparto. La condición corporal se categorizó como moderada (CC≤3.5) o sobrealimentada (CC>3.5). Los datos se analizaron con modelos mixtos para medidas repetidas y se utilizaron dos modelos, uno que incluyó el efecto fijo de tratamiento (suplementación con colina protegida), tiempo, condición corporal como covariable lineal, y las correspondientes interacciones, y el efecto aleatorio de bloque por número de partos, experimento, y vaca anidada con el tratamiento. El segundo modelo utilizado incluyó las mismas variables, excepto que la condición corporal fue incorporada como categoría (moderada versus sobrealimentada) y no como covariable lineal. Los resultados indicaron que la suplementación con colina protegida aumentó la producción de leche, leche corregida, grasa y lactosa, además de mejorar la eficiencia de conversión ($P<0.05$). También hubo una tendencia en aumentar la proteína en leche ($P<0.10$). Es importante recalcar, que todos estos efectos, fueron independientes de la condición corporal de las vacas ($P>0.42$). Por lo tanto, sí vale la pena suplementar con colina protegida a las vacas preparto, independientemente de su condición corporal.

En todos estos estudios que realizamos con el grupo de investigadores de la Universidad de Florida, consistentemente encontramos que la suplementación con colina protegida aumenta la producción de leche, y que dicho efecto se mantiene más allá del periodo de suplementación (21 días en lactancia). Este incremento, no estuvo asociado a mayor consumo de materia seca, al menos significativo, por lo que la suplementación con colina protegida resultó en mejor conversión del alimento. Otro resultado importante que vimos en los distintos experimentos, es que la condición corporal de las vacas preparto, no tienen ninguna relación con el efecto de colina, es decir que colina aumenta la producción de leche tanto en vacas de condición corporal moderada, como en aquellas sobrealimentadas. Por último, otro dato relevante, es que la suplementación con colina protegida redujo, consistentemente la incidencia de hipocalcemia subclínica.

Por otro lado, hubo algunos resultados de estos experimentos que no fueron consistentes. Por ejemplo, en el primer ensayo la concentración de IgG en el calostro fue mayor en las vacas suplementadas con colina protegida durante el preparto (68.2 vs. 86.9 g/L, control vs. colina, respectivamente; $P<0.05$). Pero ese no fue el caso cuando se volvió a evaluar este parámetro en otro ensayo, obteniendo concentraciones de IgG similares entre vacas suplementadas y no suplementadas con colina protegida ($P> 0.10$).

Por último, presentaré resultados novedosos que hemos encontrado en estos experimentos, que se relacionan con la programación fetal. Es decir, con el efecto de la suplementación con colina protegida en el último periodo de gestación, en los terneros que nacen de esas vacas. El concepto de programación fetal fue introducido por Barker en la década de los 80 con la observación de que el ambiente durante la gestación podía afectar las probabilidades de enfermedades cardiacas en la vida adulta. El primer dato relevante en este sentido, es que la suplementación de colina de vacas preparto resulta en un aumento de algunos metabolitos de colina, como fosfatidilcolina, esfingomielina y lisofosfatidilcolina entre otros (Zenobi et al., 2018b). En humanos, las concentraciones de fosfatidilcolina aumentan exponencialmente en el líquido amniótico luego de la semana 32 de gestación (la gestación promedio en humanos es de 40 semanas). Para evaluar el efecto de la suplementación con colina protegida en la progenie, primero evaluamos el crecimiento de las terneras nacidas de vacas suplementadas con colina durante los últimos 21 días antes del parto. Los resultados indican que la suplementación con colina en el preparto resulta en mayor peso a los 12 meses de edad (322 vs 335 kg; colina vs. control, respectivamente) y por ende a la primer semana posparto (534 vs 570 kg; colina vs. control, respectivamente) (Zenobi et al., 2018a). Esto se podría traducir en mayores producciones de leche durante la primer lactancia. Actualmente se están recopilando datos para podes responder esta pregunta. Como consecuencia de estas primeras observaciones, diseñamos un experimento para enfocarnos en los efectos de programación fetal que la suplementación con colina protegida puede tener en la progenie. En este ensayo se suplementaron vacas con colina protegida durante 3 semanas pre parto y 3 semanas posparto. Las crías de estas vacas, fueron categorizadas en colina prenatal o no, y a su vez fueron subdividas al azar para recibir calostro de vacas suplementadas o no con colina durante el preparto. El tipo de calostro representaría exposición posnatal a la suplementación con colina protegida. En síntesis, resultaron cuatro grupos de terneros, los nacidos de vacas control y calostrados con calostro de vacas control; los nacidos de vacas control y calostrados con calostro de vacas suplementadas con colina protegida; los nacidos de vacas suplementadas con colina protegida y calostrados con calostro de vacas control; y los nacidos de vacas suplementadas con colina protegida y calostrados con calostro de vacas suplementadas con colina protegida. Hubo en total 59 terneras Holstein nacidas de vacas cuya dieta base pre parto contenía 1.48 Mcal de ENL/kg, 15.8% de PC, 2.9% de metionina como% de proteína metabolizable y una relación de Lisina-Metionina de 2.55 (NDS profesional). Durante las últimos 21 días de gestación se suministró colina protegida “on top” en dosis de 0 o 60 g/d ReaShure. Las crías se separaron de sus madres dentro de los 30 min posteriores al

nacimiento y se asignaron aleatoriamente para recibir calostro [3.8 L de buena calidad (> 22 unidades Brix)] recolectado de madres experimentales suplementadas con colina protegida, o sin suplementación**.** La alimentación de las terneras se basó en 2.8 litros de sustituto lácteo dos veces al día, con libre acceso ("ad libitum") al alimento iniciador y al agua. Los resultados mostraron que la exposición a las biomoléculas de colina suministrada durante la gestación tardía aumentó el consumo de sustituto de leche (P<0.05) y del iniciador (P<0.10) durante los primeros 21 días de edad de las becerras (Zenobi et al., 2018c). Similar a lo observado anteriormente, la suplementación preparto con colina protegida tendió a incrementar el crecimiento en vaquillas de reemplazo, con un crecimiento diario de 0.87 kg/d comparado con 0.83 kg/d en el grupo control (P<0.10). También observamos que las becerras nacidas de madres suplementadas con colina protegida mostraban mayores concentraciones de glóbulos rojos y blancos (P<0.10). Se midieron varios parámetros incluyendo hematocrito, linfocitos, monocitos, plaquetas, eritrocitos, neutrófilos, leucocitos, reticulocitos y eosinofilos y basófilos, de los cuales no todos alcanzaron a ser estadísticamente diferentes entre los dos grupos de becerras. Sin embargo todos los parámetros tuvieron el mismo patrón, de estar en mayor proporción en aquellas becerras nacidas de madres suplementadas con colina protegida. Nuestra interpretación de estos resultados, es que la suplementación con colina protegida estimula la maduración final del sistema inmune.

Para probar nuestra hipótesis de que la suplementación con colina protegida durante los últimos 21 días de la gestación afecta el sistema inmune de los animales gestantes, evaluamos la respuesta inmune a una estimulación experimental con lipopolisacaridos (LPS). Los lipopolisacarido son un componente de la pared bactriana del grupo de bacterias Gram negativas como la Escherichia coli, Mannheimia haemolitica y Pasteurella multocida, que son los agentes causales más comunes en las enfermedades de impacto económico de los terneros, incluyendo las diarreas y las enfermedades respiratorias. La exposición de los terneros a los LPS desencadena una serie de respuestas inmunes inespecíficas, pero reguladas para controlar la infección bacteriana. Para lograr dicha exposición experimental a LPS, cateterizamos la vena yugular de 38 terneros machos a los 20 días de edad. Se administró por esta vía, 24 h después del cateterismo, el LPS (0.05 µg/kg PV, E. coli serotipo 0111:B4, L3012). Se tomaron muestras seriadas de sangre a las 0, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 30, 36, 48, 60 y 72 h con respecto a la administración del LPS y al mismo tiempo se tomó temperatura rectal (Zenobi et al., 2018d). El análisis de los datos reveló que la suplementación con colina protegida durante los últimos 21 días de gestación resultó en menor temperatura rectal de los terneros (P=0.03). El consumo de estos terneros nacidos de madres suplementadas con colina protegida, también fue mayor (P=0.05) luego de la exposición experimental a LPS que fue evaluado hasta 7 días pos estimulación con LPS. En cuanto al peso de estos terneros, no fueron diferentes al nacer, o al momento de la exposición a LPS. Sin embargo, dos semanas después de esta estimulación con LPS, los terneros nacidos de madres suplementadas con colina protegida, tendieron a ser más pesados (P=0.06) que los nacidos del grupo control. Todos estos parámetros evaluados, no fueron afectados por el tipo de calostro que recibieron los terneros al nacer. Por lo tanto, concluimos que los terneros expuestos a biomoléculas de colina los últimos 21 días de gestación, independientemente de la fuente de calostro, tienen una mayor capacidad para hacer frente a un desafío inmunológico generado por estimulación con LPS antes del destete, como lo demostraron con menor aumento en la temperatura rectal, mayor ingesta de materia seca y mayor peso corporal después de la administración de LPS. Nuestra interpretación es que la suplementación prenatal con colina protegida estimula la maduración del sistema inmune, generando mayor competencia inmunitaria en las primeras etapas de desarrollo posnatal de las crías.

Conclusión

Mirando hacia el futuro, podemos aprovechar los conocimientos desarrollados en estos últimos años de muchas maneras, pero particularmente al entender que las moléculas simples como la colina pueden tener múltiples beneficios positivos más allá del hígado. Si estos resultados se confirman en estudios futuros, se fortalecerá el caso de la colina como un nutriente esencial no solo para la vaca, sino también para la progenie.

Referencias

- Abratte, C.M., Wang, W., R. Li, J. Axume, D. J. Moriarty, and M. A. Caudill. 2009. Choline status is not a reliable indicator of moderate changes in dietary choline consumption in premenopausal women. J. Nutr. Biochem. 20:62-69.
- Bollatti J. M., M., M. G. Zenobi, N. A. Artusso, G. F. Alfaro, A. M. Lopez, B. A. Barton, J. E. P. Santos, and C. R. Staples. 2018. Timing of initiation and duration of feeding ruminally protected choline (RPC) affects performance of lactating Holstein. J. Dairy Sci., 101 (Suppl. 2): 202
- Chandler, T. L., and H. M. White. 2017. Choline and methionine differentially alter methyl carbon metabolism in bovine neonatal hepatocytes. PLoS ONE 12:e0171080. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171080
- De Veth, M. J., V. M. Artegoitia, S. R. Campagna, H. Lapierre, F. Harte, and C. L. Girard. 2016. Choline absorption and evaluation of bioavailability markers when supplementing choline to lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 99:9732-9744.
- Martinez, N., F. S. Lima, R. S. Bisinotto, L. F. Greco, E. S. Ribeiro, F. Maunsell, K. N. Galvao, C. A. Risco, and J. E. P. Santos. 2012. Evaluation of peripartal calcium status, energetic profile, and neutrophil function in dairy cows at low or high risk of developing uterine disease. J. Dairy Sci. 95:7158-7172.
- NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- Sharma, B. K., and R. A. Erdman. 1988b. Effects of high amounts of dietary choline supplementation on duodenal choline flow and production responses of dairy cows. J. Dairy Sci. 71:2670-2676.
- Takahashi, Y., T. Mizunuma, and Y. Kishino. 1982. Ultracytochemical studies on fat absorption by choline-deficient rats. Acta Histochem. Cytochem. 15:90-101.
- Zenobi, M. G., J. M. Bollatti, N. A. Artusso, A. M. Lopez, B. A. Barton, J. E. P. Santos, and C. R. Staples. 2018c. Prenatal choline supplementation improved health and growth of neonatal Holstein calves. J. Dairy Sci., 101 (Suppl. 2): 334
- Zenobi, M. G., J. M. Bollatti, N. A. Artusso, A. M. Lopez, B. A. Barton, C. D. Nelson, J. E. P. Santos, and C. R. Staples. 2018d. Prenatal choline supplementation modulated LPS-induced inflammatory responses of neonatal Holstein calves. J. Dairy Sci., 101 (Suppl. 2): LB5
- Zenobi, M. G., R. Gardinal, J. E. Zuniga, A. L. G. Dias, C. D. Nelson, J. P. Driver, B. A. Barton, J. E. P. Santos and C. R. Staples. 2018a. Effects of supplementation with ruminally protected choline on performance of multiparous Holstein cows did not depend upon prepartum caloric intake. J. Dairy Sci. 101:1088-1110.
- Zenobi, M. G., T. L. Scheffler, J. E. Zuniga, M. B. Poindexter, B. A. Barton, J. E. P. Santos and C. R. Staples. 2018b. Feeding increasing amounts of ruminally-protected choline reduced fatty liver in pregnant, nonlactating Holstein cows in negative energy status. J. Dairy Sci. 101:5902-5923.

EL IMPACTO DE CENTRARSE EN LA GESTACIÓN EN EL RESULTADO ECONÓMICO DE LAS OPERACIONES DE CARNE DE VACUNO

G. C. Lamb

Introducción

La sincronización del estro y la inseminación artificial (IA) son herramientas de gestión reproductiva que han estado disponibles para los productores de carne de vacuno durante más de 40 años. La sincronización del ciclo estral tiene el potencial de acortar la temporada de partos, aumentar la uniformidad de los terneros y aumentar las posibilidades de utilizar el la IA. La inseminación artificial permite a los productores infundir una genética superior en sus operaciones a un costo muy inferior al de la compra de un semental para el rebaño de un nivel similar. Estas herramientas siguen siendo las biotecnologías reproductivas más importantes y extendidas para las operaciones de ganado de carne (Seidel, 1995). Sin embargo, los productores de carne de vacuno han sido reacios en utilizar o adoptar estas tecnologías en sus sistemas de producción. Además, la elección de novillas de reemplazo es una decisión importante con implicaciones económicas a largo plazo para un rebaño de bovinos, porque una novilla de reemplazo debe destetar a suficientes terneros para pagar sus costos de desarrollo o arriesgarse a incurrir en una pérdida neta por la operación (Mathews and Short, 2001). Idealmente, a los productores les gustaría elegir novillas de reemplazo que concebirán y producirán un ternero regularmente durante cinco o más años para maximizar las ganancias. Las novillas que paren a principios de la temporada de partos cuando tienen 2 años de edad tienen una mayor producción de terneros de por vida que las novillas que paren más tarde en la temporada (Lesmeister *et al.*, 1973)R. L.

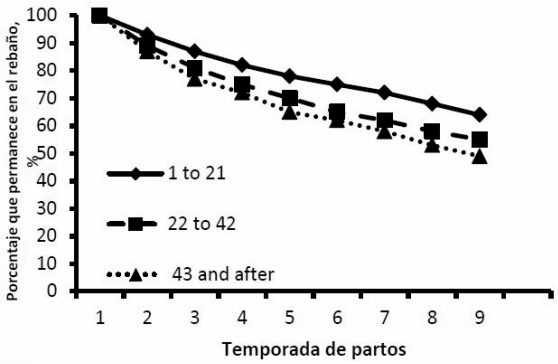
Varios factores, especialmente durante los primeros desarrollos de los programas de sincronización del celo, pueden haber contribuido a las bajas tasa de adopción de este sistema. Los programas iniciales no abordaron el obstáculo principal en la sincronización del celo, que era superar la pubertad o el anestro posparto. Además, estos programas no consiguieron gestionar las ondas foliculares, resultando en más días durante el período sincronizado en los cuales era necesario la detección del celo. Esto finalmente impidió la IA a tiempo fijo con tasas de embarazo aceptables. Los desarrollos más recientes se centraron tanto en el control del cuerpo lúteo como del folículo en protocolos convenientes y económicos para sincronizar la ovulación. Estos desarrollos facilitaron el uso de IA a tiempo fijo (IATF) y deberían resultar en una mayor adopción de estas importantes prácticas de gestión (Patterson *et al.*, 2003). La investigación actual se ha centrado en el desarrollo de métodos que sincronizan eficazmente el estro en las vacas de carne de vacuno posparto y en las novillas de carne de vacuno de reposición, disminuyendo el período de tiempo durante el cual se requiere la detección del estro, facilitando así el uso de la IATF (Lamb *et al.*, 2001, 2006, Larson *et al.*, 2006). Esta nueva generación de protocolos de sincronización del celo utiliza dos estrategias que son factores clave para su implantación por parte de los productores porque: 1) minimizan las veces y la frecuencia de la necesidad de manejar el ganado a través de una instalación de corrales y embudos; y 2) eliminan la detección de celo mediante el empleo de la IATF.

Se debe dar alta prioridad a la transferencia de estas herramientas y tecnología actuales de gestión reproductiva a los productores, veterinarios y personal de la industria para asegurar que se adopten a nivel de los productores y para proporcionar el apoyo técnico necesario para lograr resultados óptimos. Debido a que las opciones actuales de manejo, raza, economía, ubicación y comercialización son específicas a cada productor, es esencial asegurar que la transferencia de esta tecnología no se presente en recomendaciones generales. Los productores que reciben toda la información necesaria y aplicable en un paquete que incluye, pero no se limita a, la administración del protocolo, las implicaciones económicas y las mejoras genéticas en el rebaño son más propensos a implementar estas herramientas en sus sistemas y lograr resultados positivos. Sin la transferencia oportuna de esta tecnología dentro de los Estados Unidos, nuestros productos de investigación y tecnología serán utilizados de manera más efectiva en países extranjeros que compiten con los Estados Unidos para producir y comercializar productos de carne de vacuno uniformes y de alta calidad. El reciente desarrollo de protocolos de sincronización del estro para la IATF en vacas de carne tiene el potencial de alterar el rendimiento reproductivo en numerosos rebaños.

Influencia de la Fecha de Parto de las Novillas de Reemplazo

Las novillas de reemplazo que paren temprano en su primera temporada de parto permanecen en el hato por más tiempo (Burris and Priode, 1958; Lesmeister *et al.*, 1973)R. L.

Los investigadores han investigado las ramificaciones a largo plazo del parto temprano de una vaquilla (Kill *et al.*, 2012). Un examen del rendimiento de las novillas (n = 16,549) durante un período de 21 años en la USMARC demostró que las novillas que parieron en los primeros 21 días de su primera temporada de partos eran más propensas a producir un quinto ternero que aquellas que parieron después (Figura 1). Estas novillas destetaron a un ternero más pesado cada año hasta su sexta temporada de parto. Por lo tanto, la identificación de novillas de reemplazo que paren temprano supone un gran beneficio económico para el productor de terneros.



Más recientemente, la edad en la pubertad en novillas de raza cruzada (n = 418) mediante la observación dos veces al día de comportamiento estral. Una semana antes de que las novillas

iniciaran su primera temporada de cría, fueron evaluadas para el recuento de folículos antrales por ecografía transrectal de los ovarios (Cushman *et al.*, 2009), un indicador del número de folículos primordiales en el ovario (Cushman *et al.*, 1999) y un indicador de fertilidad en la novillas (Cushman *et al.*, 2009) y vacas (Mossa *et al.*, 2012)lecheras. Las novillas fueron colocadas con toros fértiles durante 60 días y se les permitió parir normalmente. Retrospectivamente, el número de folículos antrales en la ecografía fue analizado con el grupo de parto como un efecto fijo y la edad en días como una co-variante. Las novillas que parieron en los primeros 21 días tuvieron mayor número de folículos antrales en la ecografía antes de la reproducción que las que parieron en el último tercio de la temporada de partos (Tabla 1).

No hubo diferencia de edad en la pubertad entre los tres grupos de parto. Por lo tanto, parece existir una relación entre la reserva ovárica y el día del parto; sin embargo, la evaluación histológica de las poblaciones microscópicas de folículos en el ovario nos permitirá entender mejor los mecanismos que asocian este aumento en el número de folículos antrales con un parto más temprano y un aumento en la fertilidad.

Tabla 1. La influencia del día del parto de novilla sobre la edad en la pubertad y el recuento de folículos antrales en el examen ecográfico previo a la reproducción.

	Período de parto, d			
	1-21	22-42	>42	*P*-valor
Novillas	222	129	67	-
Edad en la pubertad, d	315.2 ± 2.8	318.3 ± 3.6	317.9 ± 5.2	0,76
Conteo de Folículos Antrales[1]	23.0 ± 0.5[a]	21.7 ± 0.7[ab]	20.6 ± 0.9[b]	0.05

[1]Se incluyó la edad en días en el modelo como covariable. Se realizó una ecografía y en el momento de la reproducción se realizó un examen de seguridad de apareamiento aproximadamente 2 semanas antes de la primera temporada de reproducción.

Implicaciones Económicas de la Combinación de la Inseminación Artificial con la Sincronización del Celo (ES)

La incorporación de la ES y la IA tiene el potencial de influir en la eficiencia económica de las explotaciones de vacas/terneros (Sprott, 1999). El modelado ha demostrado un aumento potencial del rendimiento de 25 a 40 dólares por ternero nacido de la reproducción por IA para los productores que deciden dedicar el tiempo y el esfuerzo necesarios para implantar con éxito un protocolo de IA (Johnson, 2005). Además, el 72% de los que respondieron a una encuesta realizada en los talleres de *Estrategias Reproductivas Aplicadas en el Ganado Vacuno de Carne* estimaron que el valor adicional de los terneros provenientes de la cría de por IA en comparación con la cría de servicio natural era de más de $20, mientras que el 48% de los encuestados estimaron que el valor adicional era de más de $50 (Johnson *et al.*, 2011). El modelado de los datos generados por las ventas de Show-Me Replacement Heifer, Inc. reveló una prima de $18.69 por vaquilla preñada con un ternero procedente de la IA, y una prima de $24.30 por vaquilla preñada que se debía parir durante los primeros 30 días de la temporada de parto (Parcell *et al.*, 2006). Puede que haga falta ajustar hacía arriba la ventaja económica de $18.69 para los embarazos con IA, ya que el uso de la sincronización estral y la IA puede resultar en una mayor proporción de vacas que paren dentro de los primeros 30 días de la temporada de reproducción (Larson *et al.*, 2006).

En un análisis que investigó la incorporación de ES y la IA en comparación con el apareamiento natural en una situación de producción de vaca/ternero (Rodgers *et al.*, 2012), las vacas nodrizas (n = 1,197) de 8 localidades fueron asignadas aleatoriamente dentro de cada localidad a 1 de 2 grupos de tratamiento: 1) las vacas fueron inseminadas artificialmente después de la sincronización de la ovulación usando el protocolo de 7 días CO-Synch + CIDR (IATF; n = 582); y 2) las vacas fueron expuestas al servicio natural (NS) sin sincronización estral (Control; n = 615). Dentro de cada rebaño, las vacas sometidas a ambos tratamientos se mantuvieron juntas en pastos similares y fueron expuestas a los toros 12 horas después de que la última vaca del tratamiento IATF fuera inseminada. En general, el porcentaje de vacas expuestas a tratamientos que posteriormente destetaron a un ternero fue mayor para los de IATF (84%) que para las vacas del grupo de Control (78%). Además, el análisis de supervivencia demostró que la distribución acumulativa de partos difería entre los tratamientos IATF y Control (Figura 2). De acuerdo con estos datos, no sólo es el promedio de terneros destetados por vacas expuestos a la ES y a la IATF mayor, sino que los terneros pueden ser mayores en el momento del destete y habrán tenido la oportunidad de ganar más peso. Además, el aumento de las ganancias más la disminución de los costos ($82.32), menos la disminución de las ganancias más el aumento de los costos ($33.18) resultó en una ventaja de $49.14 por vaca expuesta al tratamiento de la IATF en comparación con el tratamiento del grupo de Control (Tabla 2). La ubicación influyó en gran medida en el peso de los terneros destetados, lo cual puede haber sido el resultado de una gestión, nutrición, selección genética, metas de producción y medio ambiente diferentes. Concluimos que la sincronización del celo y la IATF tuvieron un impacto económico positivo en los pesos de destete de las vacas expuestas.

Este aumento en el peso al destete puede tener un gran potencial para compensar el costo de los sistemas ES y IATF. Aunque la mejora en la genética es una mejora significativa y a largo plazo, muchos productores desean una recuperación inmediata de los costes. Estos costos pueden ser recuperados con el aumento en el total de libras producidas. El aumento en las libras totales producidas se debió a que las vacas produjeron más terneros destetados que tienden a tener más edad y ser más pesados. Es evidente que se seguirán alcanzando los beneficios de la ES en combinación con la IA e incorporándose a los sistemas de producción de carne de vacuno, con la consiguiente mejora de la eficiencia de las operaciones de ganado vacuno de carne.

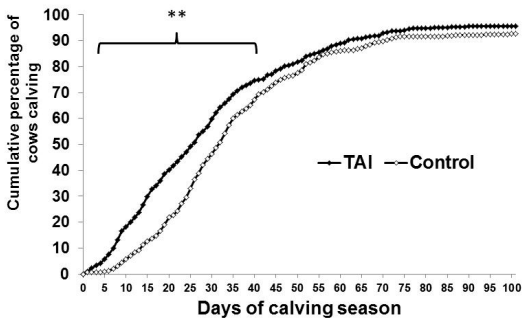


Figura 2. Análisis de supervivencia del porcentaje de partos de vacas por día durante la temporada de partos. ** El porcentaje acumulativo de partos difiere ($P < 0.05$) entre los tratamientos de la IATF y el Control.

Impacto de la Utilización de Múltiples Tecnologías Reproductivas - Un Estudio de Caso

Un ejemplo de los efectos de la utilización de múltiples tecnologías en el valor de la cosecha de terneros se refleja en un estudio de caso realizado en el Centro de Investigación y Educación

Tabla 2. El análisis del presupuesto parcial para vacas expuestas a sincronización estral seguida de servicio natural en comparación con vacas expuestas únicamente al servicio natural (expresado en dólares USA.; Rodgers *et al.*, 2012)[1]

Concepto	Aumento de la rentabilidad[2]	Reducción de costes[3]	Reducción de la rentabilidad[4]	Incremento de costes[5,6]	Ganancia o pérdida	Costes adicionales netos[7]	Peso adicional, kg[8]	Precio de equilibrio[9]
Análisis de sensibilidad del rebaño:								
1	45,71	42,81	0	33,18	55,34	-9,63		
2	31,19	21,41	0	33,18	19,42	11,77	4,43	67,26
3	56,74	48,93	0	33,18	72,49	-15,75		
4	123,15	48,93	0	33,18	138,90	-15,75		
5	-10,49	37,46	0	33,18	-6,21	-4,28		
6	44,64	24,79	0	33,18	36,25	8,39	3,15	47,94
7	30,65	32,74	0	33,18	30,21	0,44	0,17	2,51
8	55,12	24,79	0	33,18	46,73	8,39	3,15	47,94
General[10]	47,09	35,23	0	33,18	49,14	-2,05		

[1]Todos los rendimientos y costes basados en el peso de destete de las vacas expuestas.
[2]Peso adicional atribuido a la sincronización estral (ES) y a la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) por peso de destete de vacas expuestas × precio de venta ($121.00/45.5 kg).
[3]Costos anuales por toro SN: costos operativos anuales: pastoreo y alimentación suplementaria ($365.00), medicina veterinaria ($40.00), costos anuales de propiedad: depreciación ($557.00), costo de intereses ($151.00), pérdida por muerte ($33.00): precio de compra ($3270.00).
[4]La rentabilidad reducido atribuido a un menor número de toros SN que deben ser sacrificados se incluye como un valor negativo en el cálculo de la reducción de costes.
[5]Horas de trabajo (0.41 h) por vaca ES/IATF a $10.00 por hora.
[6] Suministros: Prostaglandina = $2.07/dosis, CIDR = $8.76, GnRH = $2.00/dosis × 2 dosis,
Varios. $0.25, Semen $14.00/unidad.
[7]Costos adicionales netos tomados del incremento de costes menos la reducción de costes.
[8]Peso adicional por vaca expuesta para cubrir los costes adicionales netos a $121 por cada 45.5 kg (sólo en situaciones en las que se observaron costes adicionales).
[9]Precio general de equilibrio ($ por cada 45,5 kg) para cubrir los costos adicionales con 17,5 kg adicionales de libras destetadas por vaca expuesta al tratamiento.
[10]Calculado usando una relación toro/vaca de 1:17.

de la Universidad de Florida - Florida del Norte (NFREC) ubicado en Marianna, FL. Este estudio de caso se llevó a cabo durante las temporadas de reproducción de la primavera de 2008 a la primavera de 2013, en una explotación de vacas/terneros compuesta por 300 vacas. Antes de 2008, el rebaño estuvo expuesto a una temporada de reproducción de 120 días. El objetivo era reducir la temporada de reproducción a 70 días en un plazo de 4 años, para lo cual se decidió que todas las hembras de la operación estuvieran expuestas a los siguientes criterios: 1) las novillas de reemplazo deben quedar preñadas durante los primeros 25 días de la temporada de cría; 2) cada vaca estará expuesta a ES y a la IATF; 3) cada vaca debe producir un ternero vivo cada año y parir sin ayuda o serán sacrificadas; 4) cada vaca debe proveer los recursos para el potencial genético de los terneros y cada ternero que produce debe ser genéticamente capaz; 5) no se ofreció alimentación suplementaria a las vacas que no mantuvieron la condición corporal; y 6) se sacrificó a cualquier vaca con un temperamento o disposición indeseable. Como resultado de la incorporación de múltiples prácticas de gestión reproductiva, la temporada de reproducción se redujo de 120 a 70 d y casi todas las vacas parieron antes del inicio de la siguiente temporada de reproducción y se expusieron a un solo IATF el primer día de la temporada de reproducción (Figura 3). El resultado neto es una temporada de partos más compacta (Figura 4) que ha incrementado el valor de los terneros en $169 actuales por ternero o un incremento anual en el valor de los terneros para la explotación de 300 reses de $50,700 por año (Tabla 3).

En conclusión, en la mayoría de los casos se está utilizando la tierra disponible para el pastoreo y parte de la tierra existente se está pasando de tierra de pastoreo a tierra de cultivo, o incluso se está siendo ocupado por el desarrollo urbano. El resultado neto es una disminución o mantenimiento de las tierras disponibles para el sustento de los rebaños de ganado vacuno de pastoreo. Por lo tanto, la sostenibilidad a largo plazo de los sistemas de producción de carne de vacuno depende probablemente de la intensidad de la gestión y del nivel de producción alcanzado con los recursos existentes (Galyean *et al.*, 2011). Las tecnologías reproductivas permiten a los productores maximizar el potencial de los recursos existentes, lo que será imperativo para que nuestra industria esté a la altura del reto de proporcionar una fuente de proteínas nutritivas y asequibles a una población mundial en expansión para las generaciones venideras.

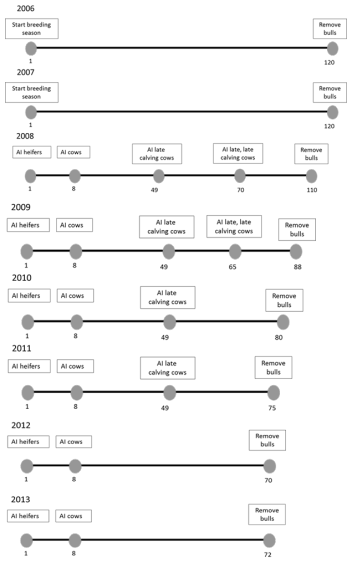


Figura 3. Resumen de la temporada de reproducción y del calendario de inseminaciones artificiales de 2006 a 2013

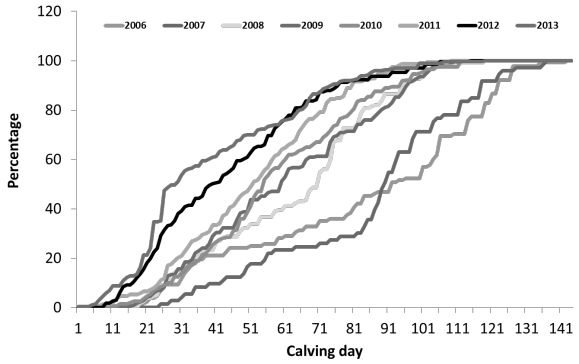


Figura 4. Terneros acumulados por año durante dos años (2006 y 2007) antes de la introducción de la IATF y cinco años (2008 a 2013) después de la introducción de la IATF.

Tabla 3. Características de la estación de cría y cambio en el valor de los terneros mediante la incorporación de un programa de IATF en el rebaño de carne de vacuno del NFREC

	Año							
Concepto	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
PR Total, %	81	86	84	86	82	94	92	93
Promedio de días de parto[a]	79,2	80,9	59,2	56,2	53,7	47,2	39,5	38,7
Duración de la temporada de cría, d	120	120	110	88	80	75	70	72
Diferencia con respecto a 2006/2007	0	0	21,7	24,7	27,2	33,7	41,4	42,2
Incremento de valor por ternero[b], $	0	0	87$	99$	109$	135$	166$	169$
Incremento de valor por rebaño[c], $1,000	0	0	26$	30$	33$	40$	50$	51$

[a] Días de parto promedio desde el inicio de la temporada de parto
[b] Aumento del valor del ternero basado en el aumento del peso al destete en comparación con el día de parto promedio 2006/2007 con un becerro de 500 libras valorado en $2.00/lb
[c] Aumento del valor de los terneros en base a un rebaño de 300 cabezas.

Bibliografía

En la versión inglesa

ENGLISH VERSION

IMPACT OF FOCUSING ON PREGNANCY TO THE ECONOMIC OUTCOME OF BEEF OPERATIONS

G. C. Lamb

Introduction

Estrous synchronization and artificial insemination (AI) are reproductive management tools that have been available to beef producers for over 40 years. Synchronization of the estrous cycle has the potential to shorten the calving season, increase calf uniformity, and enhance the possibilities for utilizing AI. Artificial insemination allows producers the opportunity to infuse superior genetics into their operations at costs far below the cost of purchasing a herd sire of similar standards. These tools remain the most important and widely applicable reproductive biotechnologies available for beef cattle operations (Seidel, 1995). However, beef producers have been slow to utilize or adopt these technologies into their production systems. In addition, choosing replacement heifers is a major decision with long-term economic implications for a beef herd, because a replacement heifer must wean enough calves to pay for her development costs or risk incurring a net loss for the operation (Mathews and Short, 2001). Ideally, producers would like to choose replacement heifers that will conceive and produce a calf regularly for five or more years to maximize profits. Heifers that calve early in the calving season as 2-year-olds have greater lifetime calf production than heifers that calve later in the season (Lesmeister *et al.*, 1973)R. L.

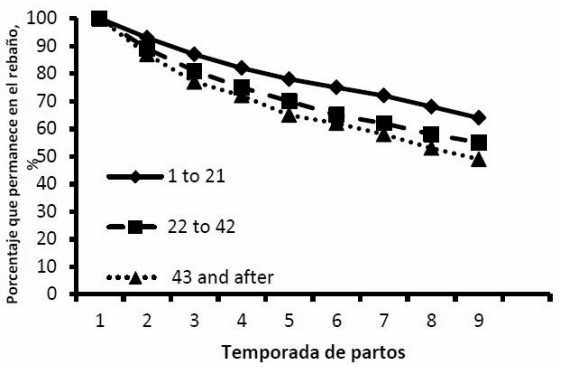
Several factors, especially during early development of estrus synchronization programs, may have contributed to the poor adoption rates. Initial programs failed to address the primary obstacle in synchronization of estrus, which was to overcome puberty or postpartum anestrus. Additionally, these programs failed to manage follicular waves, resulting in more days during the synchronized period in which detection of estrus was necessary. This ultimately precluded fixed-time AI with acceptable pregnancy rates. More recent developments focused on both corpus luteum and follicle control in convenient and economical protocols to synchronize ovulation. These developments facilitated fixed-time AI (TAI) use, and should result in increased adoption of these important management practices (Patterson *et al.*, 2003). Current research has focused on the development of methods that effectively synchronize estrous in postpartum beef cows and replacement beef heifers by decreasing the period of time over which estrous detection is required, thus facilitating the use of TAI (Lamb *et al.*, 2001, 2006, Larson *et al.*, 2006). This new generation of estrus synchronization protocols uses two strategies which are key factors for implementation by producers because they: 1) minimize the number and frequency of handling cattle through a cattle-handling facility; and 2) eliminate detection of estrus by employing TAI.

High priority needs to be placed on transferring these current reproductive management tools and technology to producers, veterinarians and industry personnel to ensure they are adopted at the producer level and to provide the necessary technical support to achieve optimum results. Because current management, breed, economic, location, and marketing options are producer specific, it is essential to ensure that transfer of this technology is not presented in blanket recommendations. Producers receiving all the necessary, applicable information packaged to include, but not limited to, protocol administration, economic implications, and genetic improvements to the cowherd are more apt to implement these tools into their management systems and achieve positive outcomes as a result. Without timely transfer of this technology within the United States, our research products and technology will be more effectively utilized in foreign countries competing with the United States to produce and market high quality, uniform beef products. The recent development of estrous synchronization protocols for TAI in beef cows has the potential to alter reproductive performance in numerous herds.

Influence of calving date of replacement beef heifers

Replacement heifers that calve early in their first calving season remain in the herd longer (Burris and Priode, 1958; Lesmeister *et al.*, 1973)R. L.

Researchers have investigated the long-term ramifications of calving early as a heifer (Kill *et al.*, 2012). An examination of the performance of heifers (n = 16,549) over a 21-year period at USMARC demonstrated that heifers that calved in the first 21 days of their first calving season were more likely to produce a fifth calf than those that calved later (Figure 1). These heifers weaned a heavier calf each year through their sixth calving season. Thus, identifying replacement heifers that will calve early is of great economic benefit to the cow-calf producer.



More recently, age at puberty in crossbred beef heifers (n = 418) by twice daily observation for behavioral estrus. One week before the yearling heifers initiated their first breeding season, they were evaluated for antral follicle count by transrectal ultrasonographic examination of the ovaries (Cushman *et al.*, 2009), an indicator of the number of primordial follicles in the ovary (Cushman *et al.*, 1999) and an indicator of fertility in beef heifers (Cushman *et al.*, 2009) and dairy cows (Mossa *et al.*, 2012). Heifers were placed with fertile bulls for 60 days and allowed to calf normally. Retrospectively, antral follicle numbers at ultrasonography were analyzed with calving group as a fixed effect and age in days as a co-variate. Heifers that calved in the first 21 days had greater numbers of antral follicles at ultrasonography before breeding than those that calved in the last third of the calving season (Table 1).

There was no difference in age at puberty between the three calving groups. Thus, there appears to be a relationship between the ovarian reserve and calving day; however, histological evaluation of the microscopic populations of follicles in the ovary will allow us to better understand the mechanisms that associate this increased number of antral follicles with earlier calving and increased fertility. .

Table 1. Influence of calving day as a heifer on age at puberty and antral follicle count at pre-breeding ultrasonographic examination.

	Calving Period, d			
	1-21	22-42	>42	*P*-value
Heifers	222	129	67	-
Age at Puberty, d	315.2 ± 2.8	318.3 ± 3.6	317.9 ± 5.2	0.76
Antral Follicle Count[1]	23.0 ± 0.5[a]	21.7 ± 0.7[ab]	20.6 ± 0.9[b]	0.05

[1]Age in days was included in the model as a co-variate. Ultrasonography was performed and at breeding soundness exam approximately 2 weeks prior to the first breeding season.

Economic Implications of Combining Artificial Insemination with Estrus Synchronization (ES)

Incorporation of ES and AI has potential to influence economic efficiency of cow/calf enterprises (Sprott, 1999). Modeling exercises demonstrated a potential increased return of $25 to $40 per calf born from AI breeding for producers who decide to dedicate the time and effort required to successfully implement an AI protocol (Johnson, 2005). In addition, 72% of respondents to a survey administered at the *Applied Reproductive Strategies in Beef Cattle* workshops estimated the additional value of calves from AI breeding compared with natural service breeding to be over $20, whereas 48% of respondents estimated the additional value at over $50 (Johnson *et al.*, 2011). Modeling of data generated from the sales of the Show-Me Replacement Heifer, Inc. revealed a premium of $18.69 per pregnant heifer with a calf from AI breeding, and a premium of $24.30 per pregnant heifer that was due to calve during the first 30 d of the calving season (Parcell *et al.*, 2006). The $18.69 economic advantage for AI pregnancies may need to be adjusted upward, as using estrous synchronization and AI may result in a greater proportion of cows calving within the first 30 d of a breeding season (Larson *et al.*, 2006).

In an analysis which investigated the incorporation of ES and AI compared to natural mating in a cow/calf production setting (Rodgers *et al.*, 2012). Suckled beef cows (n = 1,197) from 8 locations were assigned randomly within each location to 1 of 2 treatment groups: 1) cows were inseminated artificially after synchronization of ovulation using the 7-day CO-Synch + CIDR protocol (TAI; n = 582); and 2) cows were exposed to natural service (NS) without estrous synchronization (Control; n = 615). Within each herd, cows from both treatments were maintained together in similar pastures and were exposed to bulls 12 h after the last cow in the TAI treatment was inseminated. Overall, the percentage of cows exposed to treatments that subsequently weaned a calf was greater for TAI (84%) than Control (78%) cows. In addition, survival analysis demonstrated that cumulative calving distribution differed between the TAI and Control treatments (Figure 2). According to these data, not only are more calves weaned per cow exposed to ES and TAI, on average, but calves may be older at weaning and have had the opportunity to gain more weight. In addition, increased returns plus decreased costs ($82.32), minus decreased returns plus increased costs ($33.18) resulted in a $49.14 advantage per exposed cow in the TAI treatment compared to the Control treatment (Table 2). Location greatly influenced weaned calf weights, which may have been a result of differing management, nutrition, genetic selection, production goals, and environment. We concluded that estrus synchronization and TAI had a positive economic impact on subsequent weaning weights of exposed cows.

This increase in weaning weight may have the greatest potential to offset the cost of ES and TAI systems. Although the improvement in genetics is a significant and long-term improvement, many producers have a desire for an immediate recovery of costs. Such costs can be recovered with the increase in total pounds produced. The increase in total pounds produced was due to cows producing more weaned calves which tend to be older and heavier. It is clear that the benefits of ES in combination with AI will continue to be realized and incorporated into beef production systems, with a subsequent improvement in efficiency of beef cattle operations.

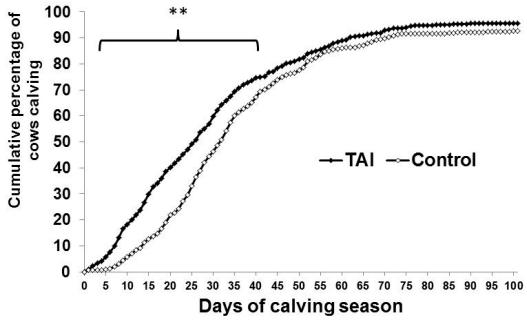


Figure 2. Survival analysis of the percentage of cows calving by day during the calving season. ** Cumulative calving percentage differs ($P < 0.05$) between TAI and Control treatments.

Impact of Utilizing Multiple Reproductive Technologies – A Case Study

An example of the influence of utilizing multiple technologies

Table 2. Partial budget analysis for cows exposed to estrous synchronization followed by natural service compared to cows exposed only to natural service (expressed in US dollars; Rodgers *et al.*, 2012)[1]

Item	Increased returns[2]	Decreased costs[3]	Decreased returns[4]	Increased costs[5,6]	Gain or loss	Net additional costs[7]	Additional weight, kg[8]	Breakeven price[9]
Herd sensitivity analysis:								
1	45.71	42.81	0	33.18	55.34	-9.63		
2	31.19	21.41	0	33.18	19.42	11.77	4.43	67.26
3	56.74	48.93	0	33.18	72.49	-15.75		
4	123.15	48.93	0	33.18	138.90	-15.75		
5	-10.49	37.46	0	33.18	-6.21	-4.28		
6	44.64	24.79	0	33.18	36.25	8.39	3.15	47.94
7	30.65	32.74	0	33.18	30.21	0.44	0.17	2.51
8	55.12	24.79	0	33.18	46.73	8.39	3.15	47.94
Overall[10]	47.09	35.23	0	33.18	49.14	-2.05		

[1]All returns and costs based on a weaning weight of exposed cows.
[2]Additional weight attributed to estrous synchronization (ES) and fixed-time artificial insemination (TAI) per weaning weight of exposed cows × selling price ($121.00/45.5 kg).
[3]Annual NS bull costs: annual operating costs: grazing and supplemental feed ($365.00), veterinary medicine ($40.00), annual ownership costs: depreciation ($557.00), interest cost ($151.00), death loss ($33.00): purchase price ($3270.00).
[4]Decreased returns attributed to fewer NS bulls to be culled are included as a negative value in the decreased costs calculation.
[5]Labor hours (0.41 h) per ES/TAI cow at $10.00 per hour.
[6] Supplies: Prostaglandin = $2.07/dose, CIDR = $8.76, GnRH = $2.00/dose × 2 doses,
Miscellaneous. $0.25, Semen $14.00/unit.
[7]Net additional costs as increased costs minus decreased costs.
[8]Additional weight per exposed cow to cover net additional costs at $121 per 45.5 kg (only in situations where additional costs were noted).
[9]Overall breakeven prices ($ per 45.5 kg) to cover additional costs with additional 17.5 kg pounds weaned per cow exposed to treatment.
[10]Calculated using a bull to cow ratio of 1:17.

on the subsequent value of the calf crop is reflected in a case study conducted at the University of Florida - North Florida Research and Education Center (NFREC) located in Marianna, FL. This case study was conducted during the spring 2008 to spring 2013 breeding seasons, in a cow/calf operation consisting of 300 cows. Prior to 2008, the herd was exposed to a 120 d breeding season. The goal was to reduce the breeding season to 70 d within 4 yr. In order to achieve this, it was decided that all females in the operation were exposed to the following criteria: 1) replacement heifers must become pregnant during the first 25 d of the breeding season; 2) every cow will be exposed to ES and TAI; 3) each cow must produce a live calf every year and calve without assistance or they will be culled; 4) every cow must provide the resources for the genetic potential of the calves and each calf she produces must be genetically capable of performing; 5) No supplemental feeding was offered to cows that failed to maintain body condition; and 6) any cow with an undesirable temperament or disposition was culled. As a result of incorporating multiple reproductive management practices, the breeding season was reduced from 120 to 70 d and almost all cows calve prior to initiation of the subsequent breeding season and are exposed to a single TAI on the first day of the breeding season (Figure 3). The net result is a more compact calving season (Figure 4) that has increased the value of calves (in current dollars) by $169 per calf or an annual increase in calf value for the 300 head operation of $50,700 per year (Table 3).

In conclusion, in most cases the land available for grazing is being utilized and portions of existing land are actually being transitioned from grazing land to crop land or even being overtaken by expanding urban development. The net result is either an unchanging or decrease in land available to support grazing beef herds. Therefore, the long-term sustainability of beef production systems likely depends on the intensity of management and production level achieved with existing resources (Galyean *et al.*, 2011). Reproductive technologies allow producers to maximize the potential of existing resources which will be imperative if our industry is to rise to the challenge of providing an affordable nutritious protein source to an expanding global population for generations to come.

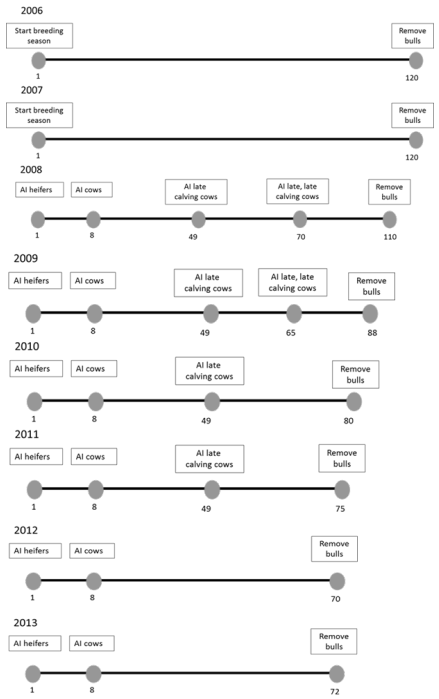


Figure 3. Overview of breeding season length and artificial inseminations schedule from 2006 to 2013

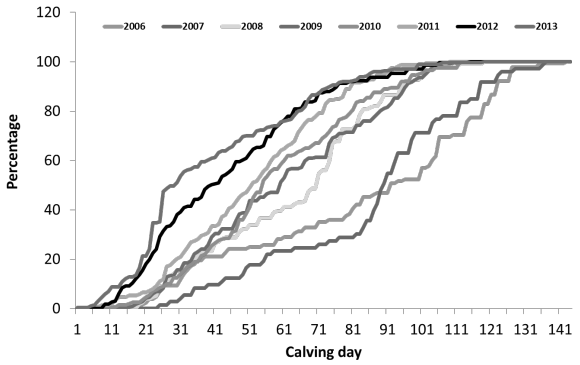


Figure 4. Cumulative calving by year for two years (2006 and 2007) prior to introducing TAI and five years (2008 to 2013) after introducing TAI.

Table 3. Breeding season characteristics and change in calf value by incorporating a TAI program into the NFREC Beef herd

Year								
Item	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Overall PR, %	81	86	84	86	82	94	92	93
Mean calving day[a]	79.2	80.9	59.2	56.2	53.7	47.2	39.5	38.7
Breeding season length, d	120	120	110	88	80	75	70	72
Difference from 2006/2007	0	0	21.7	24.7	27.2	33.7	41.4	42.2
Per calf increase in value[b], $	0	0	$87	$99	$109	$135	$166	$169
Per herd increase in value[c], $1,000	0	0	$26	$30	$33	$40	$50	$51

[a] Mean calving day from initiation of the calving season
[b] Increase calf value based on increased weaning weight compared to 2006/2007 mean calving day with 500 lb calf valued at $2.00/lb
[c] Increase calf value based on 300 head cow herd.

Literature Cited

- Burris, M. J., and B. M. Priode. 1958. Effect of calving date on subsequent calving performance. J. Anim. Sci. 17:527-533.
- Cushman, R. A., M. F. Allan, L. A. Kuehn, W. M. Snelling, A. S. Cupp, and H. C. Freetly. 2009. Evaluation of antral follicle count and ovarian morphology in crossbred beef cows: Investigation of influence of stage of the estrous cycle, age, and birth weight. J. Anim. Sci. 87:1971-1980.
- Cushman, R. A., J. C. DeSouza, V. S. Hedgpeth, and J. H. Britt. 1999. Superovulatory response of one ovary is related to the micro- and macroscopic population of follicles in the contralateral ovary of the cow. Biol. Reprod. 60:349-354.
- Johnson, S.K. 2005. Possibilities with today's reproductive technologies. Theriogenology 64:639-656.
- Johnson, S.K., R.N. Funston, J.B. Hall, D.J. Kesler, G.C. Lamb, J.W. Lauderdale, D.J. Patterson, G.A. Perry, and D.R. Strohbehn. 2011. Multi-state Beef Reproduction Task Force provides science-based recommendations for the application of reproductive technologies. J. Anim. Sci. 89:2950-2954.
- Kill, L. K., E. M. Mousel, R. A. Cushman, and G. A. Perry. 2012. Effect of heifer calving date on longevity and lifetime productivity. J. Anim. Sci. 90(suppl2):Abstr 340P.
- Lamb, G.C., J.S. Stevenson, D.J. Kesler, H.A. Garverick, D.R. Brown, and B.E. Salfen. 2001. Inclusion of an intravaginal progesterone insert plus GnRH and prostaglandin $F_{2\alpha}$ for ovulation control in postpartum suckled beef cows. J. Anim. Sci. 79:22532259.
- Lamb, G.C., J.E. Larson, T.W. Geary, J.S. Stevenson, S.K. Johnson, M.L. Day, R. P. Ansotegui, D. J. Kesler, J.M. DeJarnette, and D. Landblom. 2006. Synchronization of estrus and artificial insemination in replacement beef heifers using GnRH, $PGF_{2\alpha}$ and progesterone. J. Anim. Sci. 84:3000-3009.
- Larson, J. E., G. C. Lamb, J. S. Stevenson, S. K. Johnson, M. L. Day, T. W. Geary, D. J. Kesler, J. M. DeJarnette, F. N. Schrick, A. DiCostanzo, and J. D. Arseneau. 2006. Synchronization of estrus in suckled beef cows for detected estrus and artificial insemination and timed artificial insemination using gonadotropin-releasing hormone, prostaglandin F2alpha, and progesterone. J. Anim. Sci. 2006 Feb;84(2):332-342.
- Lesmeister, J. L., P. J. Burfening, and R. L. Blackwell. 1973. Date of first calving in beef cows and subsequent calf production. J. Anim. Sci. 36:1-6.
- Mossa, F., S. W. Walsh, S. T. Butler, D. P. Berry, F. Carter, P. Lonergan, G. W. Smith, J. J. Ireland, and A. C. Evans. 2012. Low numbers of ovarian follicles >/=3 mm in diameter are associated with low fertility in dairy cows. J. Dairy Sci. 95:2355-2361.
- Parcell, J.L., K.C. Dhuyvetter, D.J. Patterson, and R. Randle. 2006. The value of heifer and calf characteristics in bred heifer price. Prof. Anim. Sci. 22:217-224.
- Patterson, D.J., F.N. Kojima, and M.F. Smith. 2003. A review of methods to synchronize estrus in replacement heifers and postpartum beef cows. J. Anim. Sci. 81(E. Suppl. 2):E166-E177.
- Rodgers, J. C., S. L. Bird, J. E. Larson, N. DiLorenzo, A. DiCostanzo, G. C. Lamb. 2012. An Economic Evaluation of Estrous Synchronization and Timed Artificial Insemination in Beef Cows. J. Anim. Sci. (published ahead of print May 14, 2012, doi:10.2527/jas.2011-4836).
- Sprott, L.R. 1999. Management and financial considerations affected the decision to synchronize estrus in beef females. J. Anim. Sci. 77:1-10.

VETERINARIO DE CAMPO EN LA ARGENTINA UNA FORMA DE VIDA DURANTE LOS ÚLTIMOS 46 AÑOS

Carlos Martín Acuña

Nací en la ciudad de Buenos Aires, Argentina, el 10 de abril de 1948. Tengo 71 años, estoy casado con María hace 46 años, tenemos 6 hijos y 21 nietos. Una vez recibido de veterinario, el 25 de enero de 1973 en la Universidad de Buenos Aires (UBA), nos casamos y nos fuimos a vivir a Azul, Provincia de Buenos Aires, a 300 km. de la Capital Federal.

La provincia de Buenos Aires tiene una extensión de 307.571 km2, un tamaño bastante extenso si lo comparamos con España que tiene 505.990 km2 de superficie. En tamaño de la provincia de Bs. As. sería como la suma de Portugal, Andalucía, Extremadura y Castilla y León. La provincia de Bs As es la que mayor cantidad de bovinos tiene en la Argentina: de los 54.000.000 de bovinos de stock nacional, la provincia posee 19.000.000 de cabezas (35%).

Mis primeros 3 años de veterinario trabajé en una veterinaria y atendía las urgencias de todo tipo de animales. En mi primer año hice 53 operaciones cesáreas en vacas ya que en esa época el *new type* bovino se usaba mucho en las razas británicas y muchos terneros pesaban más de 55 a 65 kg. al nacer y era imposible que las vacas parieran naturalmente. Luego, esa tendencia cambió y hoy en día tenemos razas británicas moderadas. A los 3 años, en 1976, me fui de esa veterinaria y junto con 2 ingenieros agrónomos creamos el estudio agropecuario y comencé a dedicarme más a lo que me gustaba que era la reproducción en bovinos de carne. Nunca trabajé en bovinos de leche ni en equinos.

Mis dos actividades principales han sido el diagnóstico de gestación en vacas por tacto rectal y la revisación completa de toros con el Examen de Fertilidad con sus dos grandes ítems: desde 1973 a 1985 el examen físico-clínico y el examen sanitario; y a partir de 1986 con el tercer ítem que fue la Prueba de Capacidad de Servicio (C.S.).

Tacto rectal: esta técnica comenzó a realizarse en la Argentina aproximadamente en el año de mi nacimiento, 1948. Es una de las actividades, junto con la revisación de toros, que más he realizado en mi actividad profesional.

Comencé mi primer año de veterinario tactando 6.053 vacas. En 1981 llegué al tacto Nº 100.000 y en ese preciso momento comencé a colocarle una identificación en la oreja (caravana) a la vaca con el número que le correspondía. Corría el año 1995 cuando coloqué la caravana Nº 500.000 en el establecimiento "El Ñandú". El día 15 de abril de 2015 en el establecimiento "San Máximo" coloqué la caravana Nº 1.000.000.

El año que mas vacas tacté fue en 1993 con 36.743 vacas y un martes 13 de abril de 1993 tuve la suerte de que pasaran por la manga y poder dar mi diagnóstico de gestación en 1.738 vacas en un día, con el récord en una hora de 272 vacas. Siempre me gustaron las estadísticas y de esa manera se me hace más llevadero mi trabajo en la manga. En los últimos 5 años llevo tactando 20.000 vacas por año.

¿Qué pienso acerca del **uso del ecógrafo**? Que es una herramienta muy útil para ciertos y determinados trabajos, como por ejemplo para determinar la ciclicidad de un rodeo de vacas al comenzar la temporada de servicio a campo, para lograr en una IATF un diagnóstico precoz de preñez a los 30 días para volver a hacer una resincronización. Sin embargo, no comparto la necesidad de usar el ecógrafo para realizar diagnóstico de gestación a los 40 días de retirados los toros del servicio. Siempre les insisto a los colegas jóvenes: aprendan primero a hacer bien tacto rectal y detecten preñeces precoces de 35 días en vaquillonas y de 40 días en vacas adultas, y luego, si desean, incorporen un ecógrafo a su equipo. Todos los años con un colega que usa ecógrafo re-chequeo preñeces precoces y me sirve para no perder el tacto.

Historial de 6 establecimientos donde realizo el tacto rectal hace muchos años.

He elegido 6 establecimientos con muchos años de trabajo. En cada uno de ellos volcaré los datos del primer tacto y el último y el promedio de los años de trabajo en ellos.

"San Máximo" 41 años de trabajo desde 1979 a 2019.

1979: 89 % de preñez con 1.509 vacas tactadas.

2019: 91% de preñez con 2.155 vacas tactadas.

Promedio de 41 años: 87% de preñez con 73.928 vacas tactadas.

"Los Ángeles" de Llavallol 39 años de trabajo desde 1981 a 2019.

1981: 91% de preñez con 413 vacas tactadas.

2019: 96,5% de preñez con 583 vacas tactadas.

Promedio de 39 años: 89% de preñez con 21.230 vacas tactadas.

"Los Ángeles" de Santamarina 37 años de trabajo de 1983 a 2019.

1983: 92% de preñez con 857 vacas tactadas.

2019: 93% de preñez con 368 vacas tactadas.

Promedio de 37 años: 90% de preñez con 27.714 vacas tactadas.

"El Ñandú" 33 años de trabajo desde 1981 a 2013.

1981: 54% de preñez con 833 vacas tactadas.

2013: 95% de preñez con 1488 vacas tactadas.

Promedio de 33 años: 92% de preñez con 54.456 vacas tactadas.

"Kukala" 30 años de trabajo desde 1990 a 2019.

1990: 88% de preñez con 1648 vacas tactadas.

2019: 95,5 % de preñez con 3010 vacas tactadas.

Promedio de 30 años: 92% de preñez con 58.045 vacas tactadas.

"La Alondra II" 25 años de trabajo desde 1995 a 2019.

1995: 87% de preñez con 270 vacas tactadas.

2019: 97% de preñez con 1452 vacas tactadas.

Promedio de 25 años: 93% de preñez con 22.770 vacas tactadas.

Resultado final de 6 establecimientos:

Promedios: 87%/89%/ 90%/ 92%/ 92%/ 93%

Años de trabajo en los 6 establecimientos:41/39/37/ 33/ 30/ 25 (promedio 34 años)

Total de vacas tactadas: 257.543

Total de vacas preñadas: 232.305

Total de vacas vacías: 25.238

90 % DE PREÑEZ

Con respecto a **los rodeos**, considero que el tema "nutricional" es clave para que las vacas "ciclen". La reproducción es una "función de lujo" y lo primero que suprime la vaca ante un déficit nutricional es el celo, ya que éste le requiere mucha energía y por lo tanto entra en "anestro" (sin celo). La vaca primero **"es madre"** y luego **"es amante".**

Siempre ha sido una preocupación el estacionar el servicio natural (S.N.) en 3 meses o 90 días (82+283)=365 días si fuera matemático serian 82 días la duración del servicio ya que si le sumamos a ella la gestación nos da los 365 días del año.

En la los comienzos de los servicios están determinados, en Argentina, por la época de crecimiento de los pastos, factor fundamental. La clave es lograr una alta tasa de nacimientos en el primer mes de parición. Está demostrado que la vaquillona que logra preñarse al principio de la temporada de servicio, y que por ende pare temprano, seguirá con este ritmo a lo largo de toda su vida reproductiva. En la actualidad, con las terneras nacidas al comienzo de la parición, es más factible llegar a un servicio precoz de 15 meses de edad con 260/280 kg de peso vivo, en razas británicas.

Otro de los grandes temas que me apasionan dentro de mi trabajo y ocupa una gran parte de mi actividad profesional es la **revisación de toros**. Entre 1973 y 1985, el examen de fertilidad en toros comprendía 2 grandes ítems 1) el examen clínico-físico y 2) el examen sanitario, poniendo especial énfasis en las enfermedades venéreas.

A partir de 1985/86 incorporé un tercer examen, la **Prueba de Capacidad de Servicio (C.S.)**. Como podrán percatarse, NUNCA realicé el examen seminal como rutina en la revisación anual de los toros pues no considero necesario hacerlo. A pesar de la importancia que se le ha dado a esta evaluación seminal en el hemisferio norte (USA, Canadá y Europa), en mi actividad profesional no le he asignado utilidad alguna.

Una recopilación que realicé de 45.036 revisaciones de toros y traducida por mi gran amigo Carlos Campero, referente internacional en el tema macho y ponente en este Congreso en 2011 en Ávila, no fue aceptada para su publicación internacional, pues carecía del análisis seminal de los toros. Con otros colegas he presentado en el Congreso Mundial de Buiatria en Punta del Este, Uruguay, en diciembre de 2000, una comunicación corta titulada "¿Evaluación seminal, es necesario hacerla?". En ella utilizamos 50 toros británicos y de Alta C.S. a los que se le extrajo semen el cual fue evaluado por un especialista. Se los clasificó de acuerdo a los trabajos del canadiense Albert Barth y fueron a servicio natural (S.N) corto de 21 días con vacas. Al final no existieron diferencias significativas en las tasas de concepción entre aquellos toros clasificados como satisfactorios y los cuestionables. Sin embargo, existieron diferencias significativas con los toros clasificados como insatisfactorios, pero estos resultaron ser 1/50, o sea el 2%, coincidiendo con los datos de Blockey en Australia y muy lejos de los datos de los canadienses Barth y Coulter que hablan de la existencia de un 15/20% de toros que, si no se evaluara su semen, deprimirían la fertilidad del rodeo.

Ese toro clasificado como "insatisfactorio" tenía una patología muy poco común llamada "tail stump" (cola corta del espermatozoide) y preñó 3 vacas sobre 33 en 21 días, el 9% de IC. El trabajo completo se puede leer en mi página web (www.chunivet.com.ar).

A lo largo de estos últimos 46 años y más precisamente en los últimos 32 años (posterior a mi viaje a Australia), he venido realizando la Prueba de C.S. en los toros previo a la temporada de servicio. Realizar la Prueba de C.S. me ha permitido bajar el porcentaje de cantidad de toros en los rodeos y lograr concentrar los servicios al comienzo de la temporada, logrando un alto porcentaje de preñez "cabeza". Para que esto ocurra, debemos tener la alimentación y la sanidad del rodeo totalmente controlada.

En muchas oportunidades, al probar toradas en campos donde hay otro profesional veterinario trabajando, y una vez revisada la torada y presentada como apta por el colega, es grande su asombro al ver cómo haciendo la evaluación de la C.S. se rechazan toros que si no se hubiese realizado la misma hubiesen sido utilizados en el servicio natural a campo. Las causas de rechazo más comunes son desviaciones en espiral o ventral del pene, glande flácido, pérdida del glande producto de alguna miasis o traumas durante la temporada de servicio, adherencias, etc.

A partir del año 1991, comencé a dictar cursos en la ciudad de Azul sobre Examen de Fertilidad en Toros. En febrero de 2019 dicté el 38º Curso con asistencia récord: 32 profesionales, 28 de ellos veterinarios y 4 ingenieros agrónomos. Hasta el momento, han sido 559 los profesionales participantes entre los que menciono al único colega español, el Dr. Honorio Carceller Sales, que asistió en 2017.

Por lo tanto, como podrán apreciar, mi único título es el universitario de veterinario otorgado por la U.B.A. de Buenos Aires. No tengo posgrados ni máster ni PhD. Mi gran amigo y colega, Carlos Campero, siempre me dice que me van a otorgar el doctorado en los corrales con las vacas y toros.

En el mes de Abril 2009 publiqué una recopilación de 45.036 revisaciones de toros para carne (Revista Taurus Año 11 Nº 41 Abril 2009, pág. 4-12).

En enero de 2019 terminé de anexar información recopilando datos de 61.864 revisaciones de toros (Revista Taurus Año 21 Nº 81 Abril 2019). Considero de mucha utilidad dicha información para los veterinarios que comienzan su tarea a campo para que puedan tener un elemento para comparar al iniciar este apasionante trabajo que es la revisación de toros.

Resumiendo, fueron 61.864 revisaciones de toros de los cuales 26.809 fueron toritos vírgenes y 35.055 toros adultos de 3 o más años de edad, resultando satisfactorios 25.488 vírgenes y 31.177 adultos. Fueron rechazados 1.321 vírgenes (4,9%) y 3.878 adultos (11,1%). El total de toros rechazados fueron 5.199 (8,4%) sobre los 61.864 toros revisados.

Con esto doy por finalizada mi presentación en este XXIV Congreso Internacional de ANEMBE en Sevilla y me siento muy feliz de poder conocer a veterinarios españoles y de otros países y que mi testimonio de vida profesional pueda aportarles algo. Muchas gracias.

MORBILIDAD Y MORTALIDAD EN TERNEROS DE CARNE CRIADOS CON MÉTODOS EXTENSIVOS

Dr. John F. Mee

Introducción

Las altas tasas de morbilidad y mortalidad en los terneros son preocupaciones económicas, sociales y de bienestar. Sin embargo, las estimaciones publicadas recientemente sobre la morbilidad y mortalidad de los terneros a nivel internacional son escasas. A diferencia de los problemas adyacentes en las terneros lecheros, donde existen numerosos reportes (Mee, 2018a), y se espera que las pérdidas sean mayores debido a la naturaleza intensiva de la mayoría de los sistemas de producción de leche, se han realizado menos estudios en los terneros de carne. Esto se desprende claramente de una búsqueda en la Web de la Ciencia (1988-2019) de las palabras "mortalidad de terneros de carne" frente a "mortalidad de terneros lecheros"; la primera búsqueda arrojó 467 resultados mientras que la segunda arrojó 875 publicaciones, casi el doble; se encontraron resultados similares para la morbilidad; 205 frente a 381, respectivamente. Esto refleja el mayor énfasis en la salud de los terneros lecheros (debido a que las tasas de mortalidad son generalmente más altas), tanto en investigación como clínicamente, en comparación con la salud de los terneros de carne, donde, dada la naturaleza extensiva de los sistemas de producción, se espera que las pérdidas sean menores.

Períodos de riesgo de mortalidad

Cuando los agricultores y veterinarios piensan en la mortalidad de los terneros de carne, pueden concentrarse en las pérdidas antes o después del destete. Sin embargo, la mortalidad total de los terneros de carne abarca las pérdidas de pre-parturientas (abortos), parturientas (mortinatos) y pre-destete (mortalidad de los terneros jóvenes). Las proporciones y causas relativas de cada una de estas categorías de pérdidas pueden variar ampliamente entre explotaciones y a lo largo de los años dentro de las explotaciones y entre ellas. Este es un tema en el que los veterinarios pueden tener un impacto a través de la planificación de la salud de los rebaños de vacuno (O'Shaughnessy *et al.*, 2014).

Epidemiología de la mortalidad de los terneros de carne

A continuación se examinan la incidencia, los factores de riesgo y las causas de cada período de riesgo de mortalidad.

Aborto en rebaños de vacuno

Incidencia del aborto

Existen pocas publicaciones recientes sobre las tasas de aborto específicas de los rebaños de vacuno; casi todos los informes se refieren a los rebaños lecheros; la dificultad de registrar con precisión estos datos de los rebaños de ganado vacuno gestionados de forma extensiva es obvia. Esta es una laguna en el conocimiento que potencialmente limita nuestra comprensión de la epidemiología del aborto en los rebaños de vacuno. De los limitados estudios recientemente publicados se desprende que las tasas de aborto en los rebaños de ganado vacuno a nivel internacional varían entre ~1 y 4% (Tabla 1). Estas cifras parecen similares, si no inferiores, a las de los rebaños lecheros de pasto (~2%; Mee and Sánchez-Miguel, 2015), pero mucho más bajas que las de los rebaños lecheros de confinamiento (~10%; Rafati *et al.*, 2010).

Tabla 1. Incidencia de los abortos en los rebaños de vacuno a nivel internacional en la última década

País	Aborto (%)	Definición	Fetos en riesgo (No.)	Rebaños (No.)	Referencia
Australia	2,6-4[1]	Pérdida fetal después de la PD[2]	9.678	NR[3]	Fordyce *et al.*, (2017)
Canadá	1,6	≥1 mes prematuro	29.713	203	Waldner, (2014)
México	0,99	ND*	2.438	1	Segura-Correa *et al.*, (2018)
Nueva Zelanda	3,0	Pérdida fetal después de la PD	NR	31	Sanhueza *et al.*, (2013)
Escocia	2,2	Pérdida fetal después de la PD	1.672	15	Geraghty (2018)
Eslovenia	4,69	Aborto & 0-24h	1.333.765	NR	Voljc *et al.*, (2017)

[1]dependiente de la región de los Territorios del Norte; [2]PD=diagnóstico de embarazo; [3]NR - no registrado

Factores de riesgo para el aborto

Los factores de riesgo significativos asociados con la variación en las tasas de aborto en los rebaños de vacuno incluyen el año, la estación, la paridad, la edad, la condición corporal, la pluralidad fetal, el estado serológico de la infección, el estado de vacunación, el acceso a los pastos comunales, el aborto previo, el nacimiento de mortinatos, la distocia o la placenta retenida y la raza. En un estudio de 9 años de una granja de carne de res en México, las tasas de aborto variaron entre 0,61 y 1,94% a través de los años (Segura-Correa *et al.*, 2018). Los efectos del año abarcan los cambios climáticos y de gestión a lo largo del tiempo. Mientras que algunos estudios mostraron una asociación entre la estación húmeda y el aborto de la vaca de carne (Segura-Correa y Segura-Correa, 2009), (posiblemente reflejando una mayor supervivencia de los patógenos), otros no muestran ninguna asociación con la estación (Segura-Correa *et al.*, 2018, Waldner, 2014). Se ha demostrado que las vacas más jóvenes tienen tasas de aborto más altas que las más viejas (Segura-Correa *et al.*, 2018, Segura-Correa y Segura-Correa, 2009). Curiosamente, un estudio Canadiense mostró que tanto las novillas de reemplazo como las vacas viejas (>10 años) tenían un mayor riesgo de abortar. Ese mismo estudio mostró que las vacas delgadas en el momento de la prueba de embarazo eran más propensas a abortar posteriormente. Se ha encontrado una tasa de aborto más alta en las vacas que tienen gemelos (Waldner, 2014). No inesperadamente, el estado serológico de *Neospora caninum, el* virus de la DVB y *Leptospira hardjo* tenga un impacto variable, de débil a fuerte, en las tasas de aborto en los rebaños de ganado vacuno, dependiendo de la ubicación geográfica (Fordyce *et al.*, 2017, Heuer, 2010, Waldner, 2014).

Tabla 2. Incidencia de la mortinatalidad/mortalidad perinatal en los rebaños de vacuno a nivel internacional en la última década

País	Mortalidad perinatal (%)	Definición	Terneros (No.)	Rebaños (No.)	Referencia
Australia	2,5-11,1[1]	0-48h	9.678	NR[2]	Fordyce *et al.*, (2017)
Austria	3,9	0-48h	NR	NR	Fuerst-Waltl and Fuerst (2010)
Canadá	2,3	0-24h	NR	267	Murray *et al.*, (2016)
Francia	4,7[3]	0-7d	~75m	NR	Perrin *et al.*, (2011)
Irlanda	1,5	0-48h	277.399	88.048	Ring *et al.*, (2018)
Japón	2,5	NR	41.116	905	Uematsu *et al.*, (2013)
México	2,11	0-24h	4.175	1[4]	Segura-Correa & Segura-Correa, (2009)
Escocia	5,1	0-48h	1.059	11	Norquay *et al.*, (2019)
Eslovenia	4,69	Aborto & 0-24h	1.333.765	NR	Voljc *et al.*, (2017)
Suiza	2,0	0-24h	65.063[4]	NR	Bleul (2011)

[1]dependiente de la región de los Territorios del Norte; [2]NR - no registrado; [3]Solamente machos; [4]21 años-rebaño; [5]Simmentales

De manera similar, la vacunación contra los virus de la DVB y el VHB-1 se asoció con menores tasas de aborto en los rebaños de ganado vacuno (Waldner, 2014). Las vacas no vacunadas que se envían a pastos comunales tienen más probabilidades de abortar que las que se manejan en la granja casera (Waldner, 2014). Las vacas de carne que tuvieron un aborto previo, distocia por mortinato o placenta retenida tenían un riesgo muy alto de abortar en el embarazo siguiente (Waldner, 2014). Algunos estudios han mostrado diferencias en las tasas de aborto entre razas de vacas de carne (por ejemplo, Segura-Correa *et al.*, 2018), mientras que otros no (Segura-Correa y Segura-Correa, 2009, Waldner, 2014).

Se puede concluir que numerosos factores de riesgo no infecciosos e infecciosos contribuyen a la variación en las tasas de aborto entre los rebaños de vacas de carne. Los factores no infecciosos son de particular interés, ya que las investigaciones sobre el aborto tienden a centrarse únicamente en los factores infecciosos, ignorando los posibles riesgos de abortos no infecciosos.

Causas de aborto

Sólo un número limitado de estudios recientes se han centrado específicamente en la etiología de los abortos en los rebaños de vacuno. Un estudio Canadiense a gran escala concluyó que los diagnósticos más comunes de aborto en vacas de carne fueron, en orden descendente, lesiones de la glándula tiroidea fetal, neumonía fetal, anormalidades en el desarrollo, placentitis y lesiones miocárdicas (Waldner *et al.*, 2010). Sólo una cuarta parte de los abortos se atribuyen a una causa infecciosa. Sin embargo, todos los abortivos infecciosos comunes están generalmente presentes a un alto nivel de seroprevalencia en los rebaños de vacuno, por ejemplo, BVDv, *Leptospira hardjo*, BHV-1 y *N. caninum*, 100, 91, 90 y 67%, respectivamente, en los rebaños de vacuno irlandeses (Barrett *et al.*, 2018). Las vacas de carne vacuna seropositivas *N. caninum* tienen un riesgo 12 veces mayor de aborto (Moloney *et al.*, 2017). *Neospora caninum,* aunque es una causa común de aborto en vacas de carne, ocurre con menos frecuencia que en los abortos en vacas lecheras (Wilson *et al.*, 2016) y en algunos estudios no se detectó en fetos abortados de vacas de carne (Waldner *et al.*, 2010). De manera similar, un estudio de la pérdida fetal en los rebaños de ganado vacuno de Nueva Zelanda concluyó que las infecciones (BVDv, Leptospira y Neospora) contribuyeron sólo al 14% de todos los abortos (Sanhueza *et al.*, 2013). La importancia de los abortivos transmitidos por alimentos fue destacada en un estudio reciente sobre abortos en vacas de carne en el Reino Unido (Geraghty, 2018). La escasez de datos internacionales sobre las causas específicas de aborto en las vacas de carne es una grave laguna de conocimiento.

Mortinatos en rebaños de vacuno

Incidencia de mortinatos

Si bien existen varios documentos recientes sobre las tasas de mortinatalidad (más concretamente, las tasas de mortalidad perinatal) en los rebaños de vacuno, las definiciones de los períodos de riesgo varían, por lo que es difícil hacer comparaciones internacionales directas. Las tasas nacionales recientes de mortalidad perinatal de las vacas de carne varían entre ~1 y 5 (Tabla 2); las cifras son ligeramente inferiores a las tasas de mortalidad perinatal de las vacas de leche (~2-10%; Mee, 2018b).

Factores de riesgo para mortinatos

Se ha informado que los siguientes factores incrementan el riesgo de mortinato en las vacas de carne: paridad, mortinato previo, asistencia en el parto, pluralidad fetal, duración de la gestación, sexo, peso al nacer, raza, semental, día de la semana, estado de los oligoelementos, tamaño del rebaño, estación y año. Estos factores de riesgo para la mortinatalidad en las vacas de carne son similares a los de las vacas lecheras. Las vacas de carne primíparas tienen tasas más altas de mortinatos que las vacas pluríparas (Uematsu *et al.*, 2013, Bluel , 2011), lo que indica que el nacimiento de mortinatos es un rasgo diferente en novillas y vacas. La variación de la tasa de mortinatos entre años puede reflejar epizootias infecciosas (por ejemplo, el virus de la lengua azul; Perrin *et al.*, 2011) o tendencias seculares a

Tabla 3. Incidencia de la mortalidad previa al destete en los rebaños de vacuno a nivel internacional

País	Mortalidad antes del destete (%)	Definición	Terneros (No.)	Rebaños (No.)	Referencia
Australia	1,8-5	2d-destete	9.678	NR[1]	Fordyce *et al.*, (2017)
Austria	3,24	2d-6mes	86.249	NR	Fuerst-Waltl and Fuerst (2010)
Canadá	3,8	1h-destete	23.409	174	Elghafghuf *et al.*, (2014)
Estonia	2,7	2d-5mes	21.075	NR	Motus *et al.*, (2017)
Francia	6,53	7d-6mes	~75m	NR	Perrin *et al.*, (2011)
Irlanda	6,7	3d-6mes	NR	7.790	Lane (2018)
Japón	4,5	<14d	6.475	NR	Ogata *et al.*, (1999)
México	9,7	2d-destete	2.438	1[2]	Segura-Correa *et al.*, (2018)
Escocia	3,2	2d-destete	1.496	15	Geraghty (2018)
Eslovenia	2,15	2-30d	1.333.765	NR	Voljc *et al.*, (2017)
España	9,58	Antes del destete	35.995	NR	Cervantes *et al.*, (2010)
Suiza	1,4	2d-4mes	65.063[3]	NR	Bleul (2011)
EE.UU	3,7	Antes del destete	NR	2490	Sanderson and Dargatz (2000)

[1]NR - no registrados; [2]9 años-rebaño; [3]Simmentales

lo largo del tiempo (por ejemplo, Bluel, 2011), posiblemente debido a una selección genética alterada. Los efectos del tamaño del rebaño sobre la tasa de mortinatos son inconsistentes. Algunos estudios muestran un efecto significativo (menor tasa de mortinatos en rebaños más grandes; Murray *et al.*, 2016; Ring *et al.*, 2018; mayor tasa de mortinatos en rebaños más grandes; Voljc *et al.*, 2017) mientras que otros no muestran ninguna asociación (Bluel, 2011). La expansión del rebaño de vacuno no tuvo ningún efecto en la tasa de mortinatos (Ring *et al.*, 2018). El bajo nivel de selenio materno-fetal se ha asociado con tasas más altas de mortinatos y la suplementación con una reducción de las pérdidas (Davis *et al.*, 2016). Tanto la duración corta como la larga en la gestación no se asocia linealmente con un aumento en la tasa de mortinatos en el ganado vacuno (Bluel, 2011, Uematsu *et al.*, 2013).

Causas de mortinatos

El estudio más reciente de las causas de mortinatos en terneros concluyó que las dos causas principales de mortalidad eran la anoxia en el parto (37%) y las infecciones pre o posparto (35%), (Norquay *et al.*, 2019). Un estudio a gran escala de mortinatos en vacas Canadienses reportó que la principal causa de muerte fue la distocia (40%), (Waldner *et al.*, 2010). Estos hallazgos confirman estudios Americanos anteriores que encontraron que el 83% de los mortinatos en vacas fueron causados por la distocia (Bellows *et al.*, 1987). Aunque la distocia es un factor de riesgo bien reconocido para el mortinato, este no es el caso de manera uniforme, por ejemplo, el ganado vacuno en los Territorios del Norte de Australia (Fordyce *et al.*, 2017). Estos estudios indican que los factores relacionados con el parto son la causa principal de mortinatos en terneros a nivel internacional, similar a los hallazgos en perinatos en vacas lecheras (Mee, 2018c).

Mortalidad de terneros antes del destete en rebaños de vacuno

Incidencia de la mortalidad de terneros antes del destete

Al igual que los datos sobre mortalidad perinatal, las definiciones de la tasa de mortalidad de los terneros antes del destete varían a nivel internacional, lo que no es de extrañar. De los datos de la Tabla 3 se puede concluir que las tasas recientes de mortalidad de terneros antes del destete varían internacionalmente entre ~1 y 10%. Estas cifras no son comparables con las tasas de mortalidad antes del destete de los terneros de leche debido a la gran diferencia en la edad de destete en los rebaños lecheros (~2 meses) y de carne (~6 meses).

Factores de riesgo para la mortalidad de terneros antes del destete

Los factores de riesgo comunes que aumentan el riesgo de mortalidad antes del destete incluyen: la mala gestión del calostro, la incidencia de la diarrea y las enfermedades respiratorias, la paridad de la madre, la conformación de la tetilla de la madre, la nutrición gestacional de la madre, la asistencia en el parto, el género, la genética, la pluralidad, el peso al nacer, la raza, los antecedentes genéticos, el tamaño del rebaño, la expansión del rebaño, el número de animales comprados, la estación, el momento del nacimiento durante la temporada de partos, el lugar del parto (confinado, pasto), las condiciones climáticas (índice de temperatura-humedad, precipitaciones, estrés por el frío), la región, el rebaño y el año. No es sorprendente que la verificación de que un ternero ha succionado calostro e intervenir cuando no lo ha hecho, tiene un efecto preventivo significativo en la tasa de mortalidad de terneros antes del destete (Murray *et al.*, 2016). Los terneros nacidos en clima frío, en la última parte de la temporada de partos y aquellos con residencia prolongada en el área de partos o guardería tuvieron un riesgo más alto de mortalidad (Elghafghuf *et al.*, 2014, Azzam *et al.*, 1993). Los rebaños de terneros recién establecidos están en mayor riesgo de mortalidad de terneros y cuanto mayor sea el número de movimientos de animales en un rebaño, mayor será la tasa de mortalidad de terneros (Lane, 2018, Elghafghuf *et al.*, 2014). Los terneros nacidos después de la distocia tienen un riesgo mucho mayor de mortalidad antes del destete (Motus *et al.*, 2017, Bluel, 2011, Tarres *et al.*, 2005); en estudios anteriores, la distocia fue reportada como el factor más importante que afectaba la mortalidad de los terneros antes del destete

(Azzam *et al.*, 1993). En contraste con la mortinatalidad, se han encontrado tasas más altas de mortalidad antes del destete en los terneros de vacas mayores, en comparación con vacas más jóvenes y en terneros de peso corporal más ligero, en algunos (Motus *et al.*, 2017, Elghafghuf *et al.*, 2014), pero no en otros estudios (Segura-Correa, *et al.*, 2018,Tarres *et al.*, 2005). Los terneros machos tienen tasas de mortalidad antes del destete más altas en la mayoría (Bluel, 2011, Motus *et al.*, 2017), pero no en todos los estudios (Segura-Correa, *et al.*, 2018).

Causas de la morbilidad y mortalidad de los terneros antes del destete

De los terneros de carne que sobreviven al período perinatal (0-2d), los trastornos entéricos son la principal causa de morbilidad y mortalidad antes del destete a nivel internacional, similar a los estudios en terneros lecheros (Mee *et al.*, 2018). Los ganaderos de vacuno detectan las enfermedades de los terneros jóvenes (diarrea y neumonía) como enfermedades en los rebaños de vacas nodrizas, en segundo lugar de importancia después de la DVB (More *et al.*, 2010). Sin embargo, los trastornos entéricos específicos difieren entre los estudios/países. Por ejemplo, en estudios recientes realizados en Irlanda y Canadá, la diarrea fue la principal causa de morbilidad, con el 9 y el 5%, respectivamente, de los terneros tratados antes del destete por esta enfermedad (Todd *et al.*, 2018, Murray *et al.*, 2016). En contraste, en un estudio Canadiense anterior, la inanición fue la causa principal (16%) de la mortalidad de los terneros antes del destete (Waldner *et al.*, 2010). Mientras que un estudio Estonio reportó que los trastornos metabólicos y digestivos fueron la causa principal (30%) de la mortalidad de los terneros antes del destete (Motus *et al.*, 2017). La enfermedad respiratoria se clasifica como la segunda causa más común de morbilidad y mortalidad de los terneros antes del destete en la mayoría de los estudios (Motus *et al.*, 2017, Todd *et al.*, 2018, Murray *et al.*, 2016), pero no en todos (Waldner *et al.*, 2010). En el último estudio, los trastornos abomasales fueron más comunes. Tanto el fracaso de la transferencia pasiva de inmunoglobulinas del calostro como la infección concurrente por BVDv son factores de riesgo comunes para la morbilidad y mortalidad en terneros de carne (O'Shaughnessy *et al.*, 2015, Todd *et al.*, 2018). En los sistemas de vacuno verdaderamente extensos, tanto la hemorragia mortal posterior al descorne como la depredación representan una proporción de la mortalidad de los terneros (Fordyce *et al.*, 2017). Estos estudios indican que las condiciones entéricas y respiratorias son las principales causas de morbilidad y mortalidad antes del destete en terneros de carne a nivel internacional.

REFERENCIAS

En la version inglesa

ENGLISH VERSION ▾

MORBIDITY AND MORTALITY IN EXTENSIVELY REARED BEEF CALVES

Dr. John F. Mee

Introduction

High morbidity and mortality rates in beef calves are economic, welfare and societal concerns. However, recent published estimates of beef calf morbidity and mortality internationally are scarce. Unlike the adjacent problems in dairy calves, where numerous reports exist (Mee, 2018a), and losses are expected to be higher due to the intensive nature of most dairy production systems, fewer studies have been conducted in beef calves. This is clear from a search of the Web of Science (1988-2019) for the words 'beef calf mortality' vs 'dairy calf mortality'; the former search yielded 467 hits while the latter yielded 875 publications, almost twice as many; similar results were found for morbidity; 205 vs 381, respectively. This reflects the greater emphasis on dairy calf health (because mortality rates are generally higher), both in research and clinically, compared to beef calf health, where, given the extensive nature of the production systems, losses are expected to be lower.

Risk periods for mortality

When farmers and veterinary practitioners think of beef calf mortality they may focus on pre or peri-weaning losses. However, total beef calf mortality encompasses preparturient (abortions), parturient (stillbirths) and pre-weaning (young calf mortality) losses. The relative proportions and causes of each of these loss categories can vary widely between farms and across years within and between farms. This is an issue where veterinary practitioners can have an impact through beef herd health planning (O'Shaughnessy *et al.*, 2014).

Epidemiology of beef calf mortality

The incidence, risk factors and causes for each risk period of mortality are reviewed hereunder.

Abortion in beef herds

Incidence of abortion

There are few recent publications on abortion rates specific to beef herds, almost all reports refer to dairy herds; the difficulty in accurately recording such data from extensively managed beef herds is obvious. This is a knowledge gap potentially constraining our understanding of abortion epidemiology in beef herds. From the limited recently published studies it appears that abortion rates in beef herds internationally vary between ~1 and 4% (Table 1). These figures appear similar to, if not lower than, rates in pasture-based dairy herds (~2%; Mee and Sanchez-Miguel, 2015), but much lower than abortion rates in confinement dairy herds (~10%; Rafati *et al.*, 2010).

Table 1. Incidence of abortions in beef herds internationally in the last decade

Country	Abortion (%)	Definition	Fetuses at risk (No.)	Herds (No.)	Reference
Australia	2.6-4[1]	Fetal loss after PD[2]	9,678	NR[3]	Fordyce *et al.*, (2017)
Canada	1.6	≥1 month preterm	29,713	203	Waldner, (2014)
Mexico	0.99	ND*	2,438	1	Segura-Correa *et al.*, (2018)
New Zealand	3.0	Fetal loss after PD	NR	31	Sanhueza *et al.*, (2013)
Scotland	2.2	Fetal loss after PD	1,672	15	Geraghty (2018)
Slovenia	4.69	Abortion & 0-24h	1,333,765	NR	Voljc *et al.*, (2017)

[1]dependent upon region of Northern Territories; [2]PD= pregnancy diagnosis; [3]NR – not recorded

Risk factors for abortion

Significant risk factors associated with variation in abortion rates in beef herds include year, season, parity, age, body condition, fetal plurality, infection sero-status, vaccination status, access to communal pasture, previous abortion, stillbirth, dystocia or retained placenta and breed. In a 9 year study of a beef

Table 2. Incidence of stillbirths/perinatal mortality in beef herds internationally in the last decade

Country	Perinatal mortality (%)	Definition	Calves (No.)	Herds (No.)	Reference
Australia	2.5-11.1[1]	0-48h	9,678	NR[2]	Fordyce *et al.*, (2017)
Austria	3.9	0-48h	NR	NR	Fuerst-Waltl and Fuerst (2010)
Canada	2.3	0-24h	NR	267	Murray *et al.*, (2016)
France	4.7[3]	0-7d	~75m	NR	Perrin *et al.*, (2011)
Ireland	1.5	0-48h	277,399	88,048	Ring *et al.*, (2018)
Japan	2.5	NR	41,116	905	Uematsu *et al.*, (2013)
Mexico	2.11	0-24h	4,175	1[4]	Segura-Correa & Segura-Correa, (2009)
Scotland	5.1	0-48h	1,059	11	Norquay *et al.*, (2019)
Slovenia	4.69	Abortion & 0-24h	1,333,765	NR	Voljc *et al.*, (2017)
Switzerland	2.0	0-24h	65,063[4]	NR	Bleul (2011)

[1]dependent upon region of Northern Territories; [2]NR – not recorded; [3]Males only; [4]21 herd-years; [5]Simmentals

farm in Mexico, abortion rates varied between 0.61 and 1.94% across years (Segura-Correa *et al.*, 2018). Year effects encompass climate and management changes over time. While some studies showed an associated between wet season and beef cow abortion (Segura-Correa and Segura-Correa, 2009), (possibly reflecting longer pathogen survival), others show no association with season (Segura-Correa *et al.*, 2018, Waldner, 2014). Younger beef cows have been shown to have higher abortion rates than older cows (Segura-Correa *et al.*, 2018, Segura-Correa and Segura-Correa, 2009). Interestingly, a Canadian study showed that both replacement heifers and old beef cows (>10 yrs) had a greater risk of aborting. That same study showed that thin beef cows at pregnancy testing were more likely to abort subsequently. A higher abortion rate has been found in beef cows carrying twins (Waldner, 2014). Not unexpectantly, *Neospora caninum,* BVD virus and *Leptospira hardjo* sero-status has a variably weak to strong impact on abortion rates in beef herds, depending on geographic location (Fordyce *et al.*, 2017, Heuer, 2010, Waldner, 2014). Similarly, vaccination against BVD and BHV-1 viruses was associated with lower abortion rates in beef herds (Waldner, 2014). Unvaccinated beef cows sent to communal pasture were more likely to abort then those managed on the home farm (Waldner, 2014). Beef cows that had a previous abortion, stillbirth dystocia or retained placenta were at very high risk of aborting in the subsequent pregnancy (Waldner, 2014). Some studies have shown differences in abortion rates between beef cow breeds (e.g. Segura-Correa *et al.*, 2018), while others have not (Segura-Correa and Segura-Correa, 2009, Waldner, 2014).

It can be concluded that numerous non-infectious and infectious risk factors contribute to the variation in abortion rates between beef cow herds. The non-infectious factors are of particular interest, as abortion investigations tend to focus solely on infectious factors, ignoring possible non-infectious abortifacient risks.

Causes of abortion

Only a limited number of recent studies have focused on the aetiology of abortions in beef herds specifically. A large scale Canadian study concluded that the most common diagnoses of abortion in beef cows were, in descending order, fetal thyroid gland lesions, fetal pneumonia, developmental abnormalities, placentitis and myocardial lesions (Waldner *et al.*, 2010). Only one quarter of abortions were attributed to an infectious cause. However, all of the common infectious abortifacients are generally present at a high herd-level seroprevalence in beef herds, e.g. BVDv, *Leptospira hardjo*, BHV-1 and *N. caninum*, 100, 91, 90 and 67%, respectively, in Irish beef herds (Barrett *et al.*, 2018). *N. caninum* sero-positive beef cows have a 12-fold greater risk of abortion (Moloney *et al.*, 2017). *Neospora caninum,* though a common cause of beef cow abortion, occurs less commonly than in dairy cow abortions (Wilson *et al.*, 2016) and in some studies was not detected in beef cow aborted fetuses (Waldner *et al.*, 2010). Similarly, a study of fetal loss in New Zealand beef herds concluded that infections (BVDv, Leptospira and Neospora) contributed to only 14% of all abortions (Sanhueza *et al.*, 2013). The importance of feed-borne abortifacients was highlighted in a recent study of abortions in beef cows in the UK (Geraghty, 2018). The paucity of international data on beef cow-specific causes of abortion is a serious knowledge gap.

Stillbirth in beef herds

Incidence of stillbirths

While there are a number of recent papers on stillbirth rates (more precisely, perinatal mortality rates) in beef herds, the definitions of the periods of risk vary, hence it is difficult to make direct inter-national comparisons. Recent national beef perinatal mortality rates vary between ~1 and 5 (Table 2); figures slightly lower than dairy perinatal mortality rates (~2-10%; Mee, 2018b).

Risk factors for stillbirths

The following factors have been reported to increase the risk of stillbirth in beef cows: parity, previous stillbirth, calving assistance, fetal plurality, gestation length, gender, birth weight, breed, sire, day of week, trace element status, herd size, season

Table 3. Incidence of pre-weaning calf mortality in beef herds internationally

Country	Pre-weaning mortality (%)	Definition	Calves (No.)	Herds (No.)	Reference
Australia	1.8-5	2d-wean	9,678	NR[1]	Fordyce *et al.*, (2017)
Austria	3.24	2d-6mth	86,249	NR	Fuerst-Waltl and Fuerst (2010)
Canada	3.8	1h-wean	23,409	174	Elghafghuf *et al.*, (2014)
Estonia	2.7	2d-5mth	21,075	NR	Motus *et al.*, (2017)
France	6.53	7d-6mth	~75m	NR	Perrin *et al.*, (2011)
Ireland	6.7	3d-6mth	NR	7,790	Lane (2018)
Japan	4.5	<14d	6,475	NR	Ogata *et al.*, (1999)
Mexico	9.7	2d-wean	2,438	1[2]	Segura-Correa *et al.*, (2018)
Scotland	3.2	2d-wean	1,496	15	Geraghty (2018)
Slovenia	2.15	2-30d	1,333,765	NR	Voljc *et al.*, (2017)
Spain	9.58	Pre-wean	35,995	NR	Cervantes *et al.*, (2010)
Switzerland	1.4	2d-4mth	65,063[3]	NR	Bleul (2011)
USA	3.7	Pre-wean	NR	2490	Sanderson and Dargatz (2000)

[1]NR – not recorded; [2]9 herd-years; [3]Simmentals

and year. These risk factors for stillbirth in beef cows are similar to those in dairy cows. Primiparous beef cows consistently have higher stillbirth rates than pluriparous cows (Uematsu *et al.*, 2013, Bluel , 2011) indicating stillbirth is a different trait in heifers and cows. Variation in stillbirth rate between years may reflect infectious epizootics (e.g. Bluetongue virus; Perrin *et al.*, 2011) or secular trends over time (e.g. Bluel, 2011), possibly due to altered genetic selection. Effects of beef herd size on stillbirth rate are inconsistent. Some studies show a significant effect (lower stillbirth rate in larger herds; Murray *et al.*, 2016, Ring *et al.*, 2018; higher stillbirth rate in larger herds; Voljc *et al.*, 2017) while others show no association (Bluel, 2011). Beef herd expansion had no effect on stillbirth rate (Ring *et al.*, 2018). Low materno-fetal selenium status has been associated with higher stillbirth rates and supplementation with a reduction in losses (Davis *et al.*, 2016). Both short and long gestation length is nonlinearly associated with increased beef calf stillbirth rate (Bluel, 2011, Uematsu *et al.*, 2013).

Causes of stillbirth

The most recent study of the causes of stillbirth in beef calves concluded that the two main causes of mortality were parturient anoxia (37%) and pre- or post-parturient infections (35%), (Norquay *et al.*, 2019). A large scale study of Canadian beef stillbirths reported that the primary cause of death was dystocia (40%), (Waldner *et al.*, 2010). These findings confirm earlier American studies which found that 83% of beef stillbirths were caused by dystocia (Bellows *et al.*, 1987). Though dystocia is a well-recognised risk factor for stillbirth, this is not uniformly the case, e.g. beef cattle in the Northern Territories of Australia (Fordyce *et al.*, 2017). These studies indicate that calving-related factors are the primary cause of stillbirth in beef calves internationally, similar to findings in dairy perinates (Mee, 2018c).

Pre-weaning calf mortality in beef herds

Incidence of pre-weaning calf mortality

Similar to the data on perinatal mortality, beef calf pre-weaning mortality rate definitions vary internationally, not unsurprisingly. From the data in Table 3 it can be concluded that recent beef calf pre-weaning mortality rates internationally vary between ~1 and 10%. These figures are not comparable with dairy pre-weaning mortality rates due to the big difference in weaning age in dairy (~2 months) and beef herds (~6 months).

Risk factors for pre-weaning calf mortality

Common risk factors reported to increase the risk of pre-weaning calf mortality include: poor colostrum management, incidence of diarrhoea and respiratory disease, dam parity, dam teat conformation, dam gestational nutrition, calving assistance, gender, genetics, plurality, birth weight, breed, genetic background, herd size, herd expansion, number of animal purchases, season, timing of birth during calving season, calving location (confined, pasture), weather conditions (temperature-humidity index, precipitation; cold stress), region, herd and year. Not surprisingly, verifying that a beef calf has sucked colostrum and intervening when not, has a significant preventive effect on pre-weaning calf mortality rate (Murray *et al.*, 2016). Calves born in cold weather, in the latter part of the calving season and those with prolonged residency in the calving/nursery area had a higher risk of mortality (Elghafghuf *et al.*, 2014, Azzam *et al.*, 1993). Newly established beef herds are at greater risk of calf mortality and the more animal movements into a beef herd the higher the calf mortality rate (Lane, 2018, Elghafghuf *et al.*, 2014). Beef calves born following dystocia are at much greater risk of pre-weaning mortality (Motus *et al.*, 2017, Bluel, 2011, Tarres *et al.*, 2005); in earlier studies, dystocia was reported as the most important factors affecting pre-weaning beef calf mortality (Azzam *et al.*, 1993). In contrast to stillbirth, higher

pre-weaning mortality rates have been found in the calves from older, compared to younger cows and in lighter body weight calves, in some (Motus *et al.*, 2017, Elghafghuf *et al.*, 2014), but not other studies (Segura-Correa, *et al.*, 2018,Tarres *et al.*, 2005). Male beef calves have higher pre-weaning mortality rates in most (Bluel, 2011, Motus *et al.*, 2017), but not all studies (Segura-Correa, *et al.*, 2018).

Causes of pre-weaning calf morbidity and mortality

Of beef calves which survive the perinatal period (0-2d), enteric disorders are the primary cause of morbidity and mortality pre-weaning internationally, similar to studies in dairy calves (Mee *et al.*, 2018). Beef farmers perceive diseases of young calves (diarrhoea and pneumonia) second only to BVD in importance as animal diseases in beef suckler herds (More *et al.*, 2010). However, the specific enteric disorders differ between studies/ countries. For example, in recent Irish and Canadian studies, diarrhoea was the primary cause of morbidity, with 9 and 5% of beef calves treated pre-weaning for this condition, respectively, (Todd *et al.*, 2018, Murray *et al.*, 2016). In contrast, in an earlier Canadian study, starvation was the primary cause (16%) of beef calf mortality pre-weaning (Waldner *et al.*, 2010). While an Estonian study reported that metabolic and digestive disorders were the primary causes (30%) of beef calf mortality pre-weaning (Motus *et al.*, 2017). Respiratory disease is ranked the second most common cause of beef calf pre-weaning morbidity and mortality across most (Motus *et al.*, 2017, Todd *et al.*, 2018, Murray *et al.*, 2016), but not all, studies (Waldner *et al.*, 2010). In the latter study abomasal disorders were more common. Both failure of passive transfer of immunoglobulins from colostrum and concurrent BVDv infection are common risk factors for morbidity and mortality in beef calves (O'Shaughnessy *et al.*, 2015, Todd *et al.*, 2018). In truly extensive beef systems, both post-dehorning fatal haemorrhage and predation account for a proportion of calf mortality (Fordyce *et al.*, 2017). These studies indicate that enteric and respiratory conditions are the primary causes of pre-weaning morbidity and mortality in beef calves internationally.

References

- Azzam S. *et al.*, (1993) Environmental effects on neonatal mortality of beef calves. *J. Anim. Sci.* 71: 282-290.
- Barrett, D. *et al.*, (2018) Prevalence of Bovine Viral Diarrhoea virus, Bovine Herpes Virus 1, Leptospirosis and Neosporosis, and associated risk factors in 161 Irish beef herds. *BMC Vet. Res*. 14: 8
- Bellows, R. *et al.*, (1987) Occurrence of neonatal and postnatal mortality in range beef cattle. *Theriogenology*, 28: 573-686.
- Bleul, U. (2011) Risk factors and rates of perinatal and postnatal mortality in cattle in Switzerland. *Liv. Sci*. 135: 257-264.
- Cervantes, *et al.*, (2010) Genetic relationships among calving ease, gestation length, and calf survival to weaning in the Asturiana de los Valles beef cattle breed. *J Anim. Sci.* 88: 96-101
- Davis, A, *et al.*, (2016) Investigation of stillbirths, perinatal mortality and weakness in beef calves with low-selenium whole blood concentrations. *J. South Afr. Vet. Assn*. 87: 1019-1028.
- Elghafghuf *et al.*, (2014) A cross-classified and multiple membership Cox model applied to calf mortality data. *Prev. Vet. Med*. 115: 29-38.
- Fordyce, G, *et al.*, (2017) Reproductive wastage in extensively managed beef cattle. *Proc. Calf Alive Symp.* Capella, Queensland, Australia, p. 15-21
- Fuerst-Waltl, B *et al.*, (2010) Mortality in Austrian dual purpose Fleckvieh calves and heifers. *Liv. Sci*. 132: 80-86.
- Geraghty, T. (2018) 2000 beef cows: Calf losses and causes from breeding to weaning. *Cattle Practice*, 26: 118-119.
- Heuer, C. (2010) Contribution of infectious pathogens to abortions in New Zealand beef herds. *Proc. WBC*, Chile. p. 259.
- Lane, E. (2018) Calf survival – how do we measure? *Ir. F. Monthly*. Oct, p.28-31.
- Mee, J.F. (2018a) Calf health – progress to date, current priorities and future perspectives. *Proc. 50th Cong. Naz. Soc. Italiano Buiatria*, Bologna, Italy, p. 30-32.
- Mee, J.F. (2018b) Peripartal period health: Part 2. Calf management. *Proc. 1st Int. Herd Health & Management Cong.* Antalya, Turkey, p. 12-22.
- Mee. J.F. (2018c) Intensive care of the newborn dairy calf – knowledge into practice. *Proc. 30th WBC*, Sapporo, Japan, p. 85-89.
- Mee, J.F. *et al.*, (2018) Contract rearing – a disaster waiting to happen or a fundamental component of herd expansion? *Vet. Ir. J.* 8: 474-476.
- Mee, J.F. and Sanchez-Miguel, C. (2015) Abortion investigations – Can practitioners do better? *Proc. CAVI*, Mullingar, Ireland, p. 91-101.
- Moloney, B. *et al.*, (2017) Neospora caninum in beef herds in New South Wales, Australia. 2. Analysis of risk factors. *Aus. Vet. J.* 95: 101-109.
- More, S. *et al.*, (2010) Setting priorities for non-regulatory animal health in Ireland: results from an expert Policy Delphi study and a farmer priority identification survey. *Prev. Vet. Med.* 95: 198-207
- Motus, K., *et al.*, (2017) Reasons and risk factors for beef calf and youngstock on-farm mortality in extensive cow-calf herds. *Animal*, 12: 1958-1966.
- Murray, C. *et al.*, (2016) Calf management practices and associations with herd-level morbidity and mortality on beef cow-calf operations. *Animal*, 10: 468-477.
- Norquay, R. *et al.*, (2019) Investigating the incidence and aetiology of bovine perinatal mortality in beef herds. Vet. Rec. (submitted).
- Ogata, Y. *et al.*, (1999) Intrauterine growth retardation as a cause of perinatal mortality in Japanese Black beef calves. *J. Vet. Med*. 46: 327-334.
- O'Shaughnessy *et al.*, (2014) Herd health planning in beef suckler herds: the practitioner's role. *Vet. Ir. J.* 4: 468-471.
- Perrin, J. *et al.*, (2011) Analyse de la mortalite bovine en France de 2003 a 2009. *INRA Prod. Anim*. 3: 235-244.
- Rafati, N., *et al.*, (2010) Risk factors for abortion in cows from commercial Holstein herds in Tehran. *Prev. Vet. Med*. 96: 170-178.
- Ring, S. *et al.*, (2018) Risk factors associated with animal mortality in pasture-based, seasonal-calving dairy and beef herds. *J. Anim. Sci*. 96: 35-55.
- Sanderson, M and Dargatz, D. (2000) Risk factors for high herd level calf morbidity risk from birth to weaning in beef herds in the USA. *Prev. Vet. Med*. 44: 97-106.

- Sanhueza J. *et al.*, (2013) Contribution of Leptospira, Neospora caninum and bovine viral diarrhea virus to fetal loss of beef cattle in New Zealand. *Prev. Vet. Med.* 112: 90-98.
- Segura-Correa, J. *et al.* (2009) Prevalence of abortion and stillbirth in a beef cattle system in Southeastern Mexico. *Trop. Anim. Health Prod*. 41: 1773-1778.
- Segura-Correa, J. *et al.*, (2018) Risk factors associated with abortion and calf preweaning mortality in a beef cattle system in southeastern Mexico. *Trop. and Subtrop. Agroecosystems*. 21: 439-445.
- Tarres, J., *et al.*, (2005) Genetic and environmental factors influencing mortality up to weaning of *Bruna dels Pirineus* beef calves in mountain areas. A survival analysis. *J. Anim. Sci.* 83: 543-551.
- Todd, C. *et al.*, (2018) Epidemiology of morbidity and mortality in Irish suckler beef and dairy calves from birth to 6 months of age. *Proc. BSAS*, p.234.
- Uematsu, M. *et al.*, (2013) Risk factors for stillbirth and dystocia in Japanese Black cattle. *The Vet J.,* 198: 212-216
- Voljc, M. *et al.*, (2017) The effect of dam breed on calf mortality in the first month of life in Slovenia. *Agric. Conspec. Sci*. 82: 69-73.
- Waldner, C. (2014) Cow attributes, herd management, and reproductive history events associated with abortion in cow-calf herds from Western Canada. *Theriogenology*, 81: 840-848.
- Waldner, C. *et al.*, (2010) Gross post-mortem and histologic examination findings from abortion losses and calf mortalities in western Canadian beef herds. *Can. Vet. J.* 51: 1227-1238.
- Wilson, D. *et al.*, (2016) *Neospora caninum* is the leading cause of bovine fetal loss in British Columbia, Canada. *Vet. Para*. 218: 46-51.

GESTIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA REPRODUCIÓN EN EXPLOTACIONES DE VACUNO EXTENSIVO

Francisco Javier Miguélez Vara

Introducción

A principios del siglo pasado (1920) el doctor y genetista poblacional Sewall Wright decía:

"Se cree frecuentemente que los criadores que tienen éxito poseen algún método misterioso que los que no lo tienen ignoran.

No es así, los principios del criador que avanza han sido extremadamente simples.

La dificultad no es tanto conocer los principios, sino aplicarlos."

Más recientemente, Emilio Duró, coach motivacional, en una conferencia dice:

"Genios, lo que se dice genios sólo surge alguno de vez en cuando. La mayoría somos meros imitadores. Vayamos donde esté el conocimiento, copiemos y vendrán los resultados."

Quiero decir con esto, que el conocimiento de la producción ganadera está inventado. Lo que debemos hacer es viajar, conocer los sistemas de producción, copiarlos en su filosofía de trabajo, adaptarlos a nuestros medios y a TRABAJAR.

La producción ganadera es una actividad económica, trabajamos con animales de renta. Todo nuestro asesoramiento tiene que llevar incluido un análisis de rentabilidad económica de las medidas que proponemos. Si no, el negocio de nuestros clientes tiene fecha de caducidad. Y nuestro trabajo también.

Entrando en materia, la producción ganadera es el resultado de la combinación de la genética que tenemos más el entorno, que nos condiciona la expresión fenotípica de la genética, entendiendo el entorno como las medidas que tomamos en las explotaciones: alimentación, manejo, sanidad, instalaciones, etc.

La evolución de la producción va a estar condicionada por la evolución de estos aspectos. Ambos son necesarios, y la mejora en las condiciones ambientales (entorno) no es ningún obstáculo para la mejora genética.

Esta ponencia consiste en contaros mi experiencia personal en el asesoramiento y trabajo en explotaciones de vacuno de carne.**Plan de trabajo:**

Cuando iniciamos nuestro trabajo como asesores para mejorar la producción, debemos establecer un plan a desarrollar. Este plan debe ser global. Lo que yo hago es:

ANALISIS DE LA SITUACIÓN. ANTECEDENTES.

PLANTEAMIENTO DE FUTURO:

OBJETIVO DE LA GRANJA:

PRODUCIR KG DE CARNE QUE PODAMOS VENDER. CLIENTE.

HACER EXPLOTACIÓN MÁS ATRACTIVA MEDIOAMBIENTALMENTE.

RENTABILIDAD DE LA EXPLOTACIÓN POR SIN MISMA, SIN AYUDAS PAC.

PROGRAMA INFORMÁTICO DE REGISTRO DE DATOS Y GESTIÓN.

INSTALACIONES QUE FACILITEN EL MANEJO. POLITICA DE PERSONAL.

PROGRAMA SANITARIO ESTRICTO.

PROGRAMA DE ALIMENTACIÓN:

MANEJO DE PASTIZALES, TANTO PROPIOS COMO ARRENDADOS.

RACIONAMIENTO CORRECTO DEL PIENSO DE VACAS Y TERNEROS DE CEBO.

PROGRAMA DE GESTIÓN DE REPRODUCCIÓN:

ESTACIONALIZACIÓN

AGRUPAMIENTO DE PARTOS.

PROGRAMAS DE SINCRONIZACIÓN.

PROGRAMAS DE INSEMINACIÓN

PROGRAMA DE DESARROLLO GENÉTICO:

REBAÑO DE MADRES:

REPOSICIÓN PROPIA CON ORIGEN EN IA.

MEJORAR LA CAPACIDAD DE PARTO.

MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE LECHE.

MEJORA DE LA FERTILIDAD.

MACHOS FINALIZADORES:

IA.

MONTA NATURAL. DESARROLLO DE LINEA PROPIA DE PADRES FINALIZADORES.

GESTIÓN DE LA REPRODUCCIÓN:

Esta ponencia, básicamente, se centra en el trabajo relativo a la gestión de la reproducción.

Aspectos importantes a considerar, ya que nos van a condicionar nuestro trabajo, son:

- Época de partos en la que nuestro cliente quiere tener los partos. Va a estar condicionada por la disponibilidad de pastos y por los objetivos comerciales que tenga la empresa.
- Cómo va a querer que sea la paridera. Normalmente nos encontramos con 3 opciones:
  - o con máxima concentración en un solo periodo del año (3, 4, … meses);
  - o en varios periodos, normalmente de 2-3 meses, a lo largo del año;
  - o paridera continua durante todo el año.
- Método de cubrición que vamos a utilizar: solo toro de monta natural, solo inseminación artificial o una combinación de los dos anteriores. Debemos fijar el número de vacas que vamos a poner a disposición de cada semental que pensamos o podemos utilizar.
- Control de la gestación que se va a realizar. Muchas explotaciones no realizan ningún tipo de control de gestación. En los últimos años, han aumentado los controles mediante ecografía y también mediante pruebas en sangre. Debemos concretar el método que vamos a utilizar y la frecuencia o periodos en los que la vamos a realizar.
- Organización de la explotación. Va a estar condicionado por el tamaño del rebaño y por el nivel de tecnificación y control que se tiene sobre él. Encontraremos explotaciones con todos los animales juntos y explotaciones organizadas en lotes, que pueden ser por nivel genético, por estado fisiológico, organización de las cubriciones para

control de machos padres de los terneros, etc.

- Registro de la información. Es imprescindible para la toma de decisiones técnicas. Los programas informáticos hoy son asequibles. Nos simplifican la organización, la gestión y la toma de decisiones.
- Nivel de instalaciones. Si vamos a realizar un trabajo de gestión de la reproducción, necesitamos un nivel mínimo de instalaciones: manga de trabajo (no se necesita una manga de manejo especial, lo que debe ser es funcional, con puerta lateral y sistema de trabado fácil y seguro para los operarios, ya que evitaremos accidentes). Los cercados y corrales y la organización de los mismos, nos van a ayudar a hacer mejor, más fácil y rápido nuestro trabajo.

En cualquier caso, el objetivo va a ser:

Una buena vaca que produce

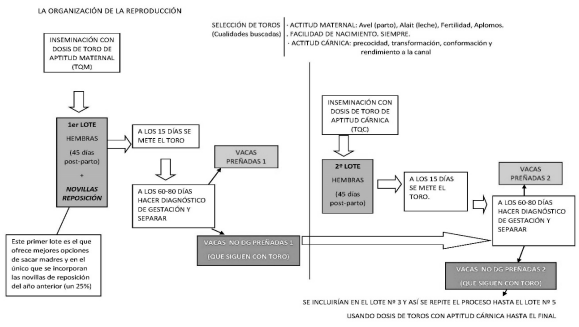
Un becerro por año

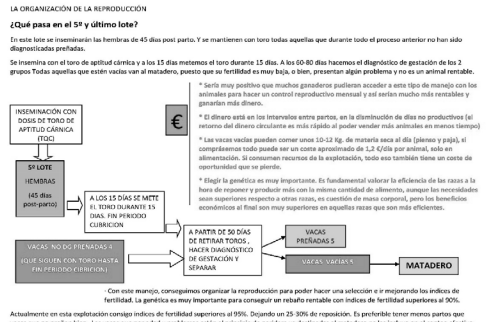
Que crece

Con el menor coste

Organización de la reproducción:

El esquema inicial que planteo a mis clientes es el siguiente, en modo esquema, el número de lotes varia de unas explotaciones a otras en función del tamaño:





Ejemplos de explotaciones, con las variaciones particulares adaptadas a cada una de ellas:

SALAMANCA. FINCA CAMPILDUERO.

Se trata de una explotación de 1.800 hectáreas. Dehesa de encina, con zonas de roble que se dedican a la agricultura, para hacer heno para las épocas desfavorables.

Actualmente tenemos entre 300 y 350 partos, con el objetivo de crecer a 500 partos.

Mantenemos una tasa de reposición del 20-25 %. Buscamos una edad máxima de 10-11 años en las vacas, así tenemos un valor de recuperación por los animales eliminados más alto.

Tenemos dos líneas genéticas, por un lado un rebaño limusin en pureza de alto valor genético y por otro estamos realizando un proceso de absorción en charoles del rebaño original que estaba compuesto por vacas moruchas y cruzadas de limusin y charoles.

La explotación está organizada en lotes por estado fisiológico y periodo previsto de parto una vez diagnosticadas gestantes. Normalmente trabajamos con 5 lotes de reproducción, más los lotes de las terneras y añojas.

Buscamos una sola época de partos. Empiezan a primeros de septiembre y pretendemos que finalice la paridera en diciembre, cuando hayamos acabado el proceso de concentración. Cada año recortamos un mes al final de la paridera, en 2014 el final era en agosto y este año ya es en abril. Por tanto, las cubriciones empiezan a finales de noviembre.

Se inseminan todos los animales al menos una vez en el periodo reproductivo. En el primer lote de inseminación, inseminamos las novillas, la edad no es un criterio para ponerlas en reproducción, si lo es la organización general y el peso de las novillas. Los dos primeros lotes se inseminan con toros de "cualidades maternales" (TQM) conocidas, para dejar las novillas de reposición. El resto de las inseminaciones, en la actualidad, se realizan con toros de cualidades cárnicas (TQC), ya que solo buscamos becerros con el mayor peso y conformación posible al momento de la venta, que se realiza al destete.

Dejar solo como reposición las hembras nacidas de toros TQM es por que buscamos fertilidad, actitud al parto y producción de leche en nuestras futuras madres. Y dejarlas solo de los dos primeros lotes de parto es porque hacemos una selección indirecta de la fertilidad, solo las hembras que tienen buena fertilidad se van a mantener en los lotes iniciales de la paridera. Además, al subir nuestro nivel genético, podemos tener machos con buenas aptitudes para la reproducción, con lo cual tenemos la opción de venderlos como sementales.

Como ya he dicho anteriormente, empezamos las sincronizaciones con la intención de inseminar el primer lote en la última semana de noviembre. Ese día se sincroniza e inseminan todas las novillas nacidas 2 años antes y todas las vacas que llevan 45 dias paridas (partos de septiembre). Todas con toros TQM para buscar hembras de reposición y machos reproductores (estos para la venta como sementales).

35-40 días después de la IA, realizamos diagnóstico mediante ecografía. Los animales diagnosticados positivo, serán el primer lote de partos para la siguiente paridera. Las hembras con diagnóstico negativo son de nuevo resincronizadas, junto con las vacas que llevan 45 días paridas (DPP). Este segundo lote también se insemina con toros TQM.

35-40 días después, volvemos a diagnosticar mediante ecografía. Las hembras con diagnóstico positivo serán el segundo lote de partos de la próxima paridera. Aquellas que tengan diagnóstico negativo, se vuelven a sincronizar, junto con las vacas que llevan 45 DPP. Este tercer lote lo inseminamos con toros TQC, el objetivo es obtener terneros para cebadero. A los 15 dias post IA introducimos los sementales de monta natural, que tienen características cárnicas.

A los 35-40 días post IA de nuevo hacemos diagnóstico ecográfico. Las hembras positivas serán el tercer lote de partos de la próxima paridera. Las diagnosticadas no preñadas permanecen con los sementales. Ese mismo día sincronizamos para inseminar las vacas con 45 DPP, que se inseminan con toros TQC. A los 15 dias post IA se agrupan en el lote de los sementales.

A los 35-40 días post IA, nuevo diagnóstico, para con las hembras positivas hacer el cuarto lote de partos de la próxima paridera. Se sincroniza e insemina el último grupo de vacas paridas

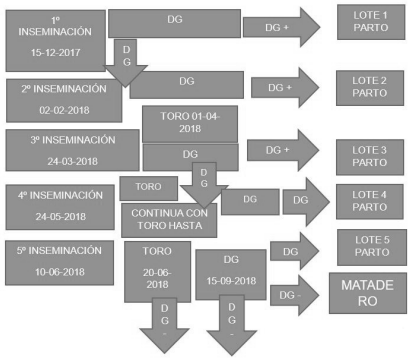
y a los 15 días, se junta con los sementales. 30 días después de la inseminación, finaliza el periodo de cubrición.

Posteriormente, se diagnostica este lote donde han estado los sementales. Las preñadas serán el quinto lote de partos. Y las vacías serán enviadas a matadero independientemente de la edad.

Las novillas solo se introducen el primer lote, para que tengan el máximo número posible de oportunidades de preñar.

Aquellas hembras que por edad o problemas productivos (parto, ubre, patas, carácter, ..) son objeto de deshecho, no entran en la reproducción. Una vez destetado el becerro son enviadas al matadero.

A continuación, aparece un esquema con las fechas reales de la organización de la campaña 2018-2019.



SEVILLA. FINCA EN LA MARISMA.

Finca de 800 hectáreas, la mitad en plena marisma y la otra mitad en 2 parcelas en la periferia de la marisma.

Entre 200 y 250 partos.

Tasa de reposición del 20-25 %. Buscamos una edad máxima de 10-11 años en las vacas, así tenemos un valor de recuperación por los animales eliminados más alto.

Tenemos una línea genética, estamos realizando un proceso de absorción en charoles del rebaño original que estaba compuesto por vacas retintas y cruzadas de charoles.

La explotación está organizada en lote de hembras gestantes, lote de partos, más los lotes de las terneras y novillas.

Buscamos una sola época de partos. Empiezan a primeros de septiembre y finalizan en marzo.

Se inseminan todos los animales al menos una vez en el periodo reproductivo. Las hembras adultas sin origen en inseminación se inseminan una vez con toros TQC y después pasan al lote donde están los sementales. Las hembras paridas con origen en inseminación se inseminan con toros TQM y pasan a lote con sementales. Las novillas, siempre de origen en IA, se inseminan hasta 4 veces con toros TQM.

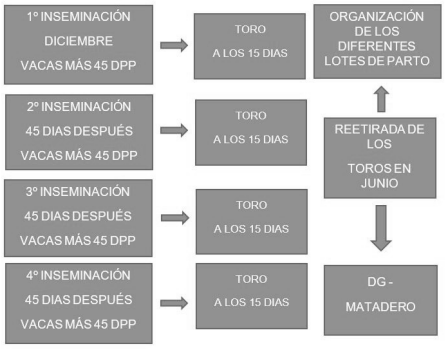
Empezamos en diciembre con la sincronización e inseminación. Las vacas que llevan más de 45 DPP y las novillas con peso vivo superior a 350 kg.

A los 35-40 días post IA, se diagnostican las novillas y las negativas se vuelven a sincronizar e inseminar. Y ese día se sincronizan e inseminan las vacas con más de 45 DPP.

Se repite el proceso cada 35-40 días post IA, hasta cuatro actos de inseminación.

Finalmente, en junio se retiran los sementales.

En agosto se diagnostican todos los animales, datando la edad del feto para poder organizar la paridera y formar los distintos lotes de partos. Y los animales con diagnóstico negativo se envían a matadero.



ZAMORA. FINCA SAN MARTINO.

Finca de 120 hectáreas, pastizales en zona de roble.

Entre 50 y 60 partos.

Tasa de reposición del 20-25 %. Buscamos una edad máxima de 10-11 años en las vacas, así tenemos un valor de recuperación por los animales eliminados más alto.

Tenemos una línea genética, charoles con 2 o más generaciones de IA.

La explotación está organizada en lote de hembras gestantes, lote de partos, más los lotes de las terneras y novillas.

Buscamos una sola época de partos. Empiezan a primeros de septiembre y finalizan en diciembre.

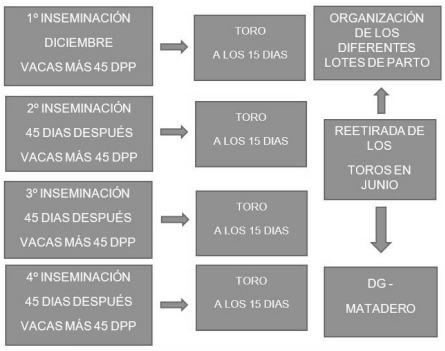
100% de IA, con toros con características TQM.

Empezamos en diciembre con la sincronización e inseminación. Las vacas que llevan más de 45 DPP y las novillas con peso vivo superior a 350 kg.

A los 35-40 días post IA, se diagnostican y las negativas se vuelven a sincronizar e inseminar. Y ese día se sincronizan e inseminan las vacas con más de 45 DPP.

Se repite el proceso cada 35-40 días hasta 4 actos de inseminación.

En abril se diagnostican todos los animales. Y los animales con diagnóstico negativo se envían a matadero.



CADIZ. FINCA EL MOLINILLO.

Finca de 400 hectáreas, En la marisma. Con rastrojeras en fincas próximas.

Entorno a 100 partos.

Tasa de reposición del 20-25 %. Buscamos una edad máxima de 10-11 años en las vacas, así tenemos un valor de recuperación por los animales eliminados más alto.

Tenemos Salers en línea pura, para mantener el rebaño y además generar F1 Salers x Charoles. A la F1 la cruzamos con finalizador precoz cárnico de limusin o charoles.

Todos los animales juntos. Solo se separan para los partos.

Paridera continua a lo largo del año, excepto julio y agosto, por la temperatura.

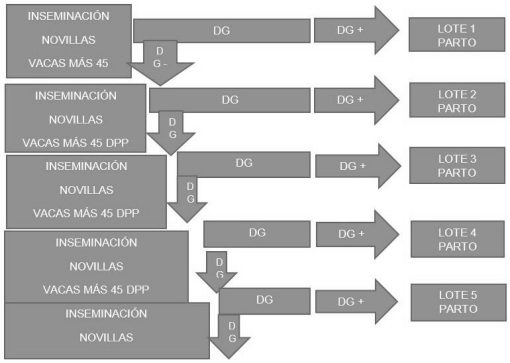
100% de IA, con toros con características TQM para Salers en pureza y Charoles para la F1. Toros TQC sobre las F1

Empezamos en diciembre con la sincronización e inseminación. Las vacas que llevan más de 45 DPP y las novillas con peso vivo superior a 350 kg.

A los 35-40 días post IA, se diagnostican y las negativas se vuelven a sincronizar e inseminar. Y ese día se sincronizan e inseminan las vacas con más de 45 DPP.

Se repite el proceso cada 35-40 días hasta octubre.

Se eliminan los animales con problemas de ubre, lesiones y si resultan negativos después de 4 inseminaciones.



Como final, simplemente recordar las reflexiones del principio:

A principios del siglo pasado (1920) el doctor y genetista poblacional Sewall Wright decía:

"Se cree frecuentemente que los criadores que tienen éxito poseen algún método misterioso que los que no lo tienen ignoran.

No es así, los principios del criador que avanza han sido extremadamente simples.

La dificultad no es tanto conocer los principios, sino aplicarlos."

Más recientemente, Emilio Duró, coach motivacional, en una conferencia dice:

"Genios, lo que se dice genios sólo surge alguno de vez en cuando. La mayoría somos meros imitadores. Vayamos donde este el conocimiento, copiemos y vendrán los resultados."

Quiero decir con esto, que el conocimiento de la producción ganadera está inventado. Lo que debemos hacer es viajar, conocer los sistemas de producción, copiarlos en su filosofía de trabajo, adaptarlos a nuestros medios y a TRABAJAR.

TECNOLOGÍAS REPRODUCTIVAS ACTUALES Y FUTURAS PARA LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE GANADO VACUNO DE CARNE

G. C. Lamb

Introducción

Las estimaciones del crecimiento de la población mundial indican que para el año 2050 la población alcanzará los 9.000 millones de habitantes (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2009). Estas estimaciones suponen un enorme desafío para los sistemas agrícolas actuales, ya que el suministro de alimentos tendrá que aumentar en un 100% en los próximos 35 años (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2009). La carne de vacuno es la proteína animal más densa en nutrientes por caloría, y proporciona varias de las vitaminas y minerales esenciales con una ingesta calórica relativamente baja por porción (McAfee *et al.*, 2010). El aumento de la producción de carne de vacuno ayudará a satisfacer las necesidades de una parte de la proteína en las dietas de esta población mundial en expansión. Sin embargo, el aumento de la eficiencia de la producción de carne de vacuno dependerá de la adopción y el perfeccionamiento de las tecnologías reproductivas actuales y futuras. La gestión reproductiva del ganado está en gran medida bajo control humano, y las tecnologías desarrolladas para facilitar ese control tienen un impacto importante en la eficiencia de la producción de carne de vacuno.

La reproducción del ganado vacuno es un proceso que requiere mucha energía, ya que más del 50% del consumo total del alimento necesario para producir una unidad de proteína cárnica es consumido por la madre del animal que produce la carne (Dickerson, 1978). Mejorar la eficiencia de la producción de terneros destetados tiene un efecto positivo en la edad a la que se llega a la pubertad, lo que reduce el intervalo entre generaciones (Davis *et al.*, 1983). Además, las tecnologías reproductivas brindan oportunidades para seleccionar el ganado en busca de rasgos genéticos que mejoren la producción.

La inseminación artificial, la sincronización del celo **(ES**) y la IA de tiempo fijo **(IATF**), la criopreservación de semen y embriones, la ovulación múltiple y la transferencia de embriones **(OMTE**), la fertilización *in vitro*, la determinación del sexo de la esperma o embriones y la transferencia nuclear son tecnologías que se utilizan para mejorar la eficiencia de las operaciones de producción de carne de vacuno. En muchos casos, el desarrollo de estas tecnologías es el responsable de cambios significativos en las prácticas tradicionales de producción ganadera. Sin embargo, la adopción de estas tecnologías por parte de los productores de ganado vacuno de carne es a menudo lenta y va a la zaga de la adopción de tecnologías en otros sistemas de producción de carne y leche. La naturaleza de los sistemas de producción intensiva de carne de vacuno es probablemente la razón principal de la lentitud de las tasas de adopción. Las dificultades actuales de los productores con la incorporación de tecnologías reproductivas aplicadas no deben ser la razón para pasar por alto la incorporación de tecnologías reproductivas más tradicionales como la castración, el manejo de la temporada de reproducción o el destete. En muchos casos, los productores de carne de vacuno no usan estas tecnologías más tradicionales, lo que se traduce en una reducción de la eficiencia de la producción. Numerosos estudios (Dahlen *et al.*, 2013; Hansen *et al.*, 2013; Seidel *et al.*, 2013) han abordado colectivamente muchos conceptos presentados en este estudio. Este estudio se centrará en el estado y las ventajas de las tecnologías reproductivas actuales o tradicionales y las más desarrolladas que desempeñarán un papel en la mejora de la eficiencia futura de los sistemas de producción de ganado vacuno de carne.

Tecnologías Reproductivas Tradicionales

Castración de los Bovinos Machos

La extracción de los testículos de los terneros machos es probablemente la técnica reproductiva más utilizada en los sistemas de producción de ganado vacuno de Estados Unidos. Una encuesta realizada en el año 2007 indicó que el 59.2% de las operaciones ganaderas castraban al menos una porción de sus terneros y esto representaba el 77.1% del total de terneros de los encuestados (NAHMS, 2008). El precio de venta de los terneros cabestro es mayor que el de los terneros machos y el 91.6% de los operadores de corrales de engorde informaron que la castración y el descornado al menos 4 semanas antes de llegar al corral de engorde era una forma efectiva para reducir enfermedades y las pérdidas por muerte (APHIS, 2012). Desde el punto de vista del aumento de peso, la eficiencia alimenticia y el peso final en el corral de engorde, los machos intactos tenían un rendimiento mejor que los machos castrados (Worrell *et al.*, 1987). Sin embargo, la castración se suele aplicar para fomentar la cría selectiva. La castración ofrece a los productores la oportunidad de decidir qué animales son los más adecuados para engendrar los futuros terneros y cuáles son los más adecuados para el mercado de carne de vacuno. Otra preocupación importante a la hora de mantener a toros en lugar de cabestros son las tendencias agresivas de los toros. Este comportamiento agresivo es una respuesta a estímulos sexuales y a un deseo de mantener el dominio social. Los estímulos sexuales serían relevantes si los corrales de toros estuvieran cerca de un corral de engorde de novillas que no reciben un supresor del estro (como el acetato de melengestrol, **MGA**). Las características de comportamiento de los toros causan preocupación por la seguridad de los humanos y de otros bovinos, así como por el mantenimiento de las cercas y otros equipos.

La castración es frecuente en los sistemas de producción de carne de vacuno de los EE.UU. también como resultado de las preferencias de los consumidores. La ternura y la consistencia de los productos son atributos importantes para los consumidores que deciden comprar carne de vacuno. Comparada con la de los toros, la carne de buey contiene más grasa, lo que resulta en mayores grados de calidad (Calkins *et al.*, 1986), así como un aumento de la ternura, jugosidad y sabor del músculus longissimus, junto con un color más brillante (Carroll *et al.*, 1975). Esta preferencia por la carne de buey ha sido puesta de relieve por los precios recibidos al vender el ganado maduro.

El desarrollo y perfeccionamiento de las técnicas de castración inmunológica puede ofrecer alternativas a los procedimientos de anillo o quirúrgicos que actualmente son los métodos de

castración más utilizados. Los toros vacunados contra la GnRH presentaron un rendimiento similar y mejoraron la calidad de la carne en comparación con los toros no vacunados (Amatayakul-Chantler *et al.*, 2012). Una reducción de la actividad física (tal vez relacionada con la agresión sexual y el mantenimiento de la jerarquía) en los toros vacunados con GnRH puede explicar el rendimiento similar a pesar de las concentraciones reducidas de testosterona endógena en comparación con los toros no vacunados (Janett *et al.*, 2012). A medida que los productores buscan técnicas alternativas de castración para optimizar el bienestar de los animales, y la sensibilidad del público hacia prácticas de gestión como la castración, la inmunocastración puede convertirse en una práctica de gestión utilizada en mayor medida en los sistemas de producción de carne de vacuno de los Estados Unidos.

Control del ciclo del estro en hembras no destinadas a la reproducción

La frecuencia de entrada de novillas preñadas a los corrales de engorde oscila entre el 4 y el 17% de todas las novillas, dependiendo de la gestión o de la fuente de origen de las novillas. Además, se han explotado algunos corrales de novillas en los que la tasa de embarazo se acerca al 20% (Laudert, 1988). Mientras que las novillas preñadas ganan peso de manera similar a las novillas no preñadas, una porción de este peso se divide hacia el feto en desarrollo y la eficiencia alimenticia general se reduce en esas novillas preñadas (Jim *et al.*, 1991). Los productores tienen la opción de continuar alimentando a las novillas que están preñadas o de administrar un abortivo. La retención de novillas preñadas y la adición de una condición corporal excesiva puede resultar en problemas más serios asociados con la supervivencia de los terneros y la salud de las novillas cuando paren en corrales de engorde.

La extirpación de ovarios (esterilización) de las novillas es una práctica que se lleva a cabo sólo en una pequeña proporción de hembras pero que, cuando tiene éxito, elimina la posibilidad de embarazo. La esterilización de las novillas ofrece a los productores de corrales de engorde la capacidad de mantener corrales mixtos o de colocar corrales de novillas esterilizadas cerca de un corral de toros de desecho. Además, la esterilización reduce la incidencia de la actividad del celo. La actividad del celo de novillas intactas causa una reducción temporal en la ingesta de alimento y en el rendimiento asociado, y la actividad del celo cerca del momento de la cosecha puede causar una mayor incidencia de carne de res de corte oscuro en novillas intactas en comparación con las novillas y novillos esterilizados (Scanga *et al.*, 1998). El proceso de esterilización elimina la fuente natural de estrógeno de la novilla. Por lo tanto, colocando un implante de esteroides en las novillas esterilizadas es una estrategia de gestión importante para aumentar la ingesta de alimento y la eficiencia alimenticia (Garber, 1990).

En lugar de la esterilización, la alimentación con MGA es un método aprobado para controlar el estro en las novillas de engorde. La etiqueta de la MGA afirma una supresión del celo, un aumento en el aumento de peso y una mejora en la eficiencia alimenticia de las novillas de engorde. De acuerdo con una encuesta realizada en 1999 a los operadores de corrales de engorde, el 79% de las novillas de engorde en los Estados Unidos recibieron MGA cuando se encontraban en corrales de engorde (NAHMS, 2000). Es probable que se prohibiera a una parte de las novillas restantes recibir MGA porque estaban destinadas a mercados específicos que no aceptaban el uso de MGA, o porque las novillas no estaban confinadas, sino que estaban pastando. El uso de la MGA en el ganado de pastoreo no es tan efectivo ya que no todas las novillas consumen MGA diariamente. Aunque se observó un pequeño aumento en el ADG cuando se administró una dosis baja de MGA a los bueyes (Moseley, *et al.*, 2003), todavía no está aprobado su uso cuando se alimenta a los bueyes con MGA. Por lo tanto, se prohíbe a los operadores de corrales de engorde alimentar con MGA al ganado de corrales mixtos.

Incorporación de una estación de cría definida

En los EE.UU., el 55% de las explotaciones encuestadas no tenían una temporada de reproducción definida, mientras que el 34% de las explotaciones tenían una sola temporada de reproducción definida y el 12% de las explotaciones tenían dos temporadas de reproducción definidas (NAHMS, 2009a). La implantación de temporadas de reproducción definidas tiene un impacto significativo sobre la rentabilidad de las explotaciones de carne de res al emparejar el ganado con los recursos disponibles, refinar la entrega de nutrientes a grupos de ganado, concentrar los recursos de mano de obra y aumentar el precio de venta de los terneros. Muchas de las temporadas tradicionales de cría comercial están diseñadas para pasar a un ternero joven y en crecimiento al forraje en su pico de calidad y disponibilidad. La combinación de terneros en crecimiento con forrajes de alta calidad permite un aumento máximo de peso a través de la ingesta de forraje y a través de la leche producida a través de la ingesta de forraje de la madre durante la lactancia.

Una temporada de cría definida también permite la entrega de nutrientes adecuados a las vacas durante los momentos clave de la gestación. El tener grupos de ganado en etapas similares de gestación permite a los productores establecer objetivos precisos para la entrega de nutrientes y gestionar la alimentación del ganado de acuerdo con sus necesidades y no a su apetito. Sin una temporada de reproducción específica, los productores tendrían dificultades para implantar un sistema de nutrición basado en la precisión sin sobrealimentar continuamente una porción de su hato y subalimentar la otra porción. El concepto también se refiere a la asignación de recursos de pastos para optimizar la utilización del forraje.

Los recursos de mano de obra también están más concentrados y enfocados cuando se implanta una temporada de reproducción definida. Cuando no se establece una temporada de reproducción, el productor debe hace un seguimiento de las vacas en el hato para ver si están pariendo todos los días del año. Al implantar una temporada de reproducción definida, la actividad de parto se concentra en un período de tiempo ligeramente más largo que la temporada de reproducción (dada la variación natural en la duración de la gestación). Este fenómeno del nacimiento de más terneros en un período de tiempo más corto también concentra la necesidad de mano de obra para hace el seguimiento y asistir a las vacas durante el parto. La mano de obra concentrada también puede aumentar la atención de los productores, ya que hacen un seguimiento a las vacas más regular durante el parto lo cual, en última instancia, lleva a una mayor supervivencia de los terneros (y a un potencial de ganancias mayor) al ofrecer asistencia inmediata a las novillas o a las vacas que experimentan distocia.

A medida que el número de terneros en un lote de subasta aumenta, el precio recibido posteriormente aumenta. Esto es cierto tanto en los establos de venta (Leupp *et al.*, 2008) como en los lotes de subastas de video (Seeger *et al.*, 2011). Al llegar a un establo de venta, los grupos de terneros se clasifican en grupos de cohortes relativamente similares y se presentan a la venta así, a menos que los productores vivan en una región donde los terneros se vendan individualmente a través de corrales de venta (sale ring). Una temporada de cría definida que concentra

los partos aumenta la uniformidad de los terneros, resultando en un menor número de cohortes que se venden al mismo tiempo. Un menor número de lotes de cohorte resulta en un mayor número de terneros en cada lote y en un mayor precio de venta.

Las fechas reales de la temporada de reproducción varían según la región, y la tradición (citada por el 43% de los encuestados) desempeña un papel importante a la hora de decidir cuándo debe celebrarse una temporada de reproducción (NAHMS, 2009a). Es necesario tener en cuenta otros factores como el costo de la alimentación, el rendimiento de las vacas, el rendimiento de los terneros y las condiciones ambientales a la hora de decidir qué estación de cría es la adecuada para un rebaño en particular (Grings *et al.*, 2005).

Exámenes de Capacidad Reproductiva

En el caso de los toros, los exámenes de capacidad reproductiva **(BSE o Breeding Soundness Examination**) tienen por objeto identificar a los toros subfértiles. Un examen de capacidad reproductiva incluye una evaluación física, la medición de la circunferencia escrotal y una evaluación de la motilidad y morfología del semen (Society for Theriogenology, 1993). Actualmente, el 71% de las explotaciones realizan exámenes de capacidad reproductiva en toros recién comprados o arrendados y la proporción aumenta con el aumento del tamaño del rebaño (NAHMS, 2009a). Se recomienda realizar un examen de capacidad reproductiva en cada toro anualmente antes del inicio de la temporada de cría. Aunque el momento específico del examen es vago, debe realizarse con suficiente antelación a la participación de los toros para poder acceder a toros adicionales si alguno de ellos es clasificado como "insatisfactorio", o para dar tiempo suficiente para un segundo examen si los toros se clasifican como "en consideración".

Cuando las vacas son expuestas a toros en la categoría satisfactoria o "en consideración", una mayor proporción de hembras expuestas a toros clasificados como reproductores satisfactorios (46,6%) estaban preñadas al final de la temporada de cría en comparación con las hembras expuestas a toros clasificados como "en consideración" (36,5%; Farin *et al.*, 1989). Sin embargo, no se observaron diferencias entre las clasificaciones del examen de capacidad reproductiva en el número de veces que los toros montaban a las hembras, el número de servicios, o en el porcentaje de hembras atendidas. Por lo tanto, un examen de capacidad reproductiva es una indicación de fertilidad potencial y no una indicación de libido. Tener toros con la libido alto es esencial para asegurar una alta fertilidad en la manada femenina, ya que los toros con mayor libido tienden a servir a más hembras (Chenowith, 1997). En un entorno de pastos reproductores con varios toros, el 7,3% de todos los toros sometidos a un examen de capacidad reproductivo no engendraron ni un solo ternero (Drake *et al.*, 2011). Se desconoce si se trata de un problema de libido, jerarquía social u otros factores no detectables por un examen de capacidad reproductiva. Los toros que suspended el examen de capacidad reproductiva tienen muy pocos terneros (Magee, 2005), por lo que deben ser retirados del rebaño.

En el caso de las novillas, el examen de capacidad reproductiva identifica la proporción de hembras que probablemente son cíclicas antes de la estación de cría e identifica a los animales individuales que probablemente no se quedarán preñados y que deberían ser retirados del rebaño. Los componentes de un examen de capacidad reproductiva para novillas incluyen la palpación del útero y los ovarios para determinar el tamaño de los cuernos uterinos y de las estructuras presentes en los ovarios. Una medición pélvica también puede proporcionar una herramienta adicional de selección para identificar novillas que tienen una pelvis pequeña en relación con el peso de la novilla y el tamaño de la estructura y, en consecuencia, tienen un mayor riesgo de experimentar distocia.

A medida que las puntuaciones del tracto reproductivo aumentaban de 1 a 5, el peso corporal, el área pélvica y la proporción de novillas observadas en celo aumentaba (Patterson *et al.*, 2000), y la proporción de novillas que se quedaban preñadas después del apareamiento también aumentaba (Anderson *et al.*, 1991). Las novillas que tienen múltiples ciclos estrales antes de ser cruzadas por primera vez tienen más probabilidades de quedar preñadas en comparación con aquellas expuestas al apareamiento en su primer ciclo (Byerley *et al.*, 1987). Además de la fertilidad durante la temporada de reproducción inmediata, se encontró que las puntuaciones del tracto reproductivo estaban positivamente asociadas con el peso de destete de los terneros y la fertilidad durante la siguiente temporada de reproducción y, por lo tanto, eran un indicador potencial de la productividad de las vacas a lo largo de su vida (Holm *et al.*, 2009).

Diagnóstico de Gestación

La determinación del estado de preñez identifica a las vacas no preñadas y posteriormente proporciona una herramienta para la gestión de las hembras no preñadas en una explotación. El diagnóstico del embarazo puede ser la herramienta de gestión reproductiva más eficaz de que disponen los productores para mejorar la eficiencia de sus explotaciones, especialmente a medida que los costos de los insumos, como los alimentos, el combustible y los fertilizantes, siguen aumentando. Cuando una vaca no preñada se mantiene en el rebaño durante un largo período de tiempo, se incurre en un costo significativo de alimento, sin que haya un ternero en el mercado para compensar el gasto de alimentar a una vaca no preñada. Sin embargo, sorprendentemente, menos del 20% de los productores de carne de res en los Estados Unidos realizan anualmente un diagnóstico de embarazo a su rebaño de vacas (NAHMS, 2009a).

Actualmente, hay disponibles tres métodos principales de detección de preñez y son adecuados para los productores de ganado vacuno: la palpación por recto, los ultrasonidos y las glicoproteínas asociadas al embarazo **(PAGs**). Dada la variedad de sistemas de explotación modernos de carne de res y sus objetivos, cada uno de los métodos de determinación del embarazo tiene su sentido de ser en la industria. Para una comparación de los atributos entre los métodos de diagnóstico de embarazo descritos, véase la Tabla 1 (Dahlen *et al.*, 2013).

La palpación por recto es el método más común y barato de diagnóstico de embarazo, pero a medida que los veterinarios se vuelven más hábiles con la ecografía transrectal y el equipo se vuelve menos costoso, la ecografía se está convirtiendo en un método más popular de diagnóstico de embarazo y tiene varios beneficios. Mediante la medición del tamaño fetal (longitud cráneo-rabadilla o distancia biparietal) se puede determinar la edad fetal exacta en las primeras etapas de la gestación. Además, debido a que el operador tiene la oportunidad de visualizar las características fetales, se puede determinar la viabilidad fetal, el sexo fetal y el número de fetos (Lamb *et al.*, 2003).

En los últimos años, el desarrollo de pruebas de embarazo basadas en muestras de sangre para identificar los PAGs ha generado oportunidades menos costosas para que los productores de carne de res puedan diagnosticar el embarazo en sus explotaciones. A partir del día 28 después del apareamiento, los productores pueden tomar muestras de sangre y enviarlas por correo a los laboratorios contratados con una de las tres compañías primarias para el análisis de los PAGs. Basándose en

los datos facilitados por las compañías comerciales que proporcionan estas pruebas, las pruebas generalmente arrojan resultados con un índice de precisión del 99% cuando se diagnostica que una vaca no está embarazada (falso negativo), mientras que la tasa de falsos embarazos (falso positivo) para estas pruebas es de aproximadamente el 5% (Thompson *et al.*, 2010).

Tabla 1. Comparación de diferentes métodos de detección de preñez en bovinos de carne (Dahlen *et al.*, 2013).

	Método de Detección de la Gestación		
Concepto	La palpación	Ultrasonido	Pruebas de sangre
Edad fetal mínima detectada	35-45[1]	25-30[1]	28-32
Edad fetal preciso	Sí	Sí	No
Identificación de gemelos	No	Sí	No
Evaluar la viabilidad fetal	No[2]	Sí	No
Determinar el sexo del feto	No	Sí	No
Se necesita veterinario[3]	Sí	Sí	No
Respuesta inmediata	Sí	Sí	No
La experiencia afecta la precisión	Sí	Sí	No
Precio	Medio	Más alto	Bajo

[1]Cada veterinario tiene un nivel de comodidad con respecto a la edad gestacional que se siente capaz de detectar.
[2] Si el feto tiene la edad suficiente, se puede sentir algo de movimiento usando la palpación por recto.
[3] Los reglamentos que requieren un veterinario o permiten que los técnicos legos realicen la operación varíen según el estado

Tecnologías Actuales de Reproducción Asistida

Inseminación Artificial

La inseminación artificial no es una tecnología nueva. El desarrollo y las investigaciones que precedieron a nuestras técnicas modernas se remonta a finales del siglo XIX y principios del XX en Rusia (Foote, 2002). El descubrimiento accidental de que el glicerol tiene propiedades para proteger y mantener la viabilidad del semen mediante la congelación sentó las bases para el desarrollo de la industria de la IA tal como la conocemos hoy en día (Agca y Critser, 2002).

Para los productores de carne de vacuno existe una gran oportunidad de aumentar el potencial genético de su rebaño mediante el uso de la IA. Con la IA, los sementales superiores genéticamente están disponibles para un gran número de productores en lugar de estar confinados al ganado que tienen en sus pastos. Además, la precisión de los EPD de los sementales jóvenes sin descendencia (típica de la mayoría de los sementales de servicio natural) es menor que la de los sementales con un gran número de descendientes (típica de los sementales de IA "probados"; Harris y Newman, 1994). Una de las principales ventajas de usar la IA es que se dispone de semen de toros con EPDs y precisiones muy superiores a la mayoría de los toros de servicio naturales. La alta precisión de los EPDs en toros de IA probados permite a los productores una mayor confianza en que el rendimiento anunciado y las características fenotípicas de la descendencia se harán realidad, en comparación con la descendencia de los toros de servicio natural de baja precisión. El riesgo de un resultado inesperado es mayor cuando se utilizan toros de servicio naturales de baja precisión (Pruzzo *et al.*, 2003). Además, la mejora en la precisión de las predicciones del valor de cría de sementales puede aumentar la tasa general de cambio genético en las explotaciones de carne de vacuno (Betz, 2007) y la mejora de la tasa de cambio genético puede conducir a mejoras subsiguientes en la rentabilidad general (Harris y Newman, 1994).

Sincronización del Celo o de la Ovulación

La sincronización del ciclo estral con el uso de hormonas exógenas (ES y sincronización de la ovulación) se ha desarrollado e incorporado en los sistemas de producción de carne de vacuno principalmente para facilitar el uso de la IA desde hace más de 40 años. Un factor primario que limita el uso de la IA es el trabajo necesario para realizar la IA y para detectar el celo en las hembras y asegurar que sean inseminadas en el momento adecuado. Ahora es posible lograr la preñez con la IA en más del 50% del rebaño durante la primera semana de la temporada de cría (Lamb *et al.*, 2006; Larson *et al.*, 2006). El éxito de la ES en aumentar la proporción de embarazos derivados de la IA aumentará la tasa de mejora genética a través del apareamiento mediante IA de toros genéticamente superiores. Sin embargo, otros beneficios se han hecho evidentes, incluyendo el potencial de cambiar la temporada de parto y aumentar la uniformidad de los terneros (Dziuk y Bellows, 1983; Rodgers *et al.*, 2012). Los protocolos de sincronización del celo, particularmente aquellos que incluyen una progestina, pueden inducir la ciclicidad en hembras no cíclicas (Thompson *et al.*, 1999; Lamb *et al.*, 2001; Stevenson *et al.*, 2003). Estas ventajas derivadas del uso de la ES han mejorado su utilización en las explotaciones de carne de vacuno y se utiliza generalmente en conjunto con la IA.

En la actualidad, sólo el 7,6% de las explotaciones de carne de vacuno en los Estados Unidos utilizan la IA como herramienta de gestión reproductiva (NAHMS, 2009a), mientras que el 72,5% de todos los embarazos en las vacas lecheras son el resultado de la IA (NAHMS, 2009b). Cuando se les preguntó sobre su renuencia a utilizar la IA, más del 53% de las explotaciones citaron razones de mano de obra o los complicados protocolos de sincronización estral como razones principales para no implantar esta tecnología reproductiva (NAHMS, 2009a). Se han desarrollado proyectos de investigación que abordan estas dudas de los productores, y se han realizado mejoras en los protocolos actuales y en su capacidad para sincronizar eficazmente el celo y la ovulación (Lauderdale *et al.*, 2009).

Semen clasificado por sexo

La tecnología que se ha desarrollado para clasificar los espermatozoides por la presencia de un cromosoma Y o X tiene el potencial de mejorar la eficiencia de la producción de carne de vacuno. Dependiendo de los objetivos de producción de una explotación, la disponibilidad de más becerros de toro o de terneras crea la oportunidad para una mayor rentabilidad. Los machos son preferidos sobre las hembras cuando se alimentan animales para la producción de carne de vacuno. Los novillos son más eficientes en la conversión del alimento en músculo, lo que equivale a una producción más eficiente de carne de vacuno. Muchos productores se centran en la generación de hembras de reemplazo, y en esta explotación se puede obtener un beneficio con más novillas.

Los procesos para generar espermatozoides clasificados por sexo son bastante ineficientes y costosos, lo que ha limitado su uso. Los daños sufridos durante el proceso de clasificación y/o la disminución de espermatozoides por dosis llevan a una disminución de la fertilidad con los espermatozoides clasificados por sexo. La diferencia en el nivel de fertilidad entre el semen convencional y el semen clasificado por sexo se considera del orden de 10 puntos porcentuales, y esta diferencia no se salva

aumentando el número de espermatozoides clasificados por sexo por inseminado (DeJarnette et al 2011).

En las operaciones comerciales de ganado vacuno de carne, el semen sexuado ofrece la oportunidad de utilizar un pequeño número de vacas de élite para generar reemplazos mientras se aparean el resto de las vacas con sementales terminales. Sin embargo, el uso más común del semen sexuado en la industria de la carne de vacuno es para aumentar el número de reses del sexo deseado en las explotaciones de pura sangre. Generar más terneros de toro de un semental de rebaño de calidad superior para producir toros para el sector comercial es una decisión importante. Del mismo modo, conseguir más terneras de una línea materna de pura raza también sería ventajoso para ciertos criadores de pura raza. Por lo tanto, aunque el semen sexuado no puede ser utilizado ampliamente en toda la industria de la carne de vacuno, seguirá brindando a los productores de carne de vacuno la oportunidad de modificar las prácticas de gestión para mejorar la eficiencia de la producción de carne de vacuno.

Transferencia de embriones

La incorporación de la transferencia de embriones **(TE**) en los sistemas de producción de carne de vacuno es una forma rápida de cambiar la base genética de un rebaño utilizando las hembras existentes. Las hembras con un potencial genético pobre o incluso medio tienen la oportunidad, a través de la TE, de servir como madres sustitutas para gestar terneros con un mérito genético excepcional. La producción de embriones *in vivo* mediante la superovulación de hembras donantes y la producción *in vitro* después de la recolección de óvulos **(OPU**) permiten que una sola hembra genere un número de crías sustancialmente mayor del que sería capaz de producir en sistemas convencionales. Cuando la tecnología TE se combina con el uso de espermatozoides de sementales genéticamente superiores y posiblemente con el uso de semen clasificado por sexo, la mejora genética puede aumentar exponencialmente dentro de un rebaño. El uso de protocolos de sincronización estral para lograr la sincronía donante-receptor disminuyó el número de receptores disponibles necesarios. Los avances de la criopreservación también disminuyeron el número de receptores necesarios y relajaron los requisitos de tiempo de la TE, haciéndola más factible y eficiente para muchos productores, y aumentando el uso de esta tecnología (Hasler, 2003). A pesar de estas ventajas, muchos de los procedimientos utilizados en la TE son caros e ineficientes, lo que limita la aplicación práctica para los productores de carne de vacuno. Quizás el aspecto más prometedor de estas tecnologías en lo que se refiere a la seguridad alimentaria es la capacidad de transportar embriones, en lugar de animales vivos, a áreas donde una genética mejorada aumentaría rápidamente la producción de carne de vacuno.

A pesar de que el uso de embriones derivados *in-vivo* sigue aumentando, una limitación importante ha sido la falta de éxito en la superovulación en las hembras donantes. Aunque la investigación continúa para desarrollar protocolos de superovulación, así como técnicas para predecir qué hembras donantes pueden responder bien a la superovulación (Hasler, 2003; Betteridge, 2006), esto sigue siendo un inhibidor para el uso de embriones derivados *in-vivo*. A medida que aumenta el número de embriones por descarga, el costo total por embrión producido probablemente disminuirá. Dado que el coste de la tecnología es una de las razones por las que los productores han dudado en usar la TE, la búsqueda de métodos para mejorar la respuesta superovulatoria y el número coincidente de embriones transferibles por descarga probablemente aumentaría su uso.

Para evitar la posible desventaja de una respuesta deficiente a la superovulación, está aumentando el uso de embriones *producidos in vitro*. Se requieren las instalaciones y la experiencia adecuadas, pero cuando las hembras pueden ser sometidas a sesiones frecuentes de recolección de óvulos (OPU) guiadas por ultrasonido transvaginal, los ovocitos pueden ser sometidos a fertilización *in vitro* y a cultivo, lo que resulta en embriones más fácilmente transferibles. Es más probable que estos embriones se transfieran frescos porque su viabilidad disminuye con la criopreservación en mayor medida en comparación con los embriones derivados *in-vivo* (Palasz y Mapletoft, 1996). Hasta que este obstáculo pueda ser mediado, la capacidad de transportar y almacenar estos embriones será limitada y, por lo tanto, limitará su uso a escala mundial para mejorar la eficiencia general de la producción. Es posible cultivar embriones *producidos in vitro* en el oviducto de ovejas, y estos embriones sobreviven a la criopreservación tan bien como sus equivalentes *in vivo* (Galli *et al.*, 2003), lo que promete un mayor potencial en esta área. Sin embargo, a medida que continúan las mejoras en esta tecnología, es concebible creer que los embriones producidos *in vitro* serán transferidos con un costo menor que los producidos *in vivo*, lo que en última instancia resultará en una disminución de la cantidad de embriones producidos *in vivo* y un aumento de los embriones producidos *in vitro*.

Oportunidades Futuras para las Tecnologías de Reproducción Asistida

Clonación Nuclear de Células Somáticas

La clonación nuclear de células somáticas se ha utilizado para producir descendencia en al menos 20 especies (Oback, 2008; Rodriquez-Osorio *et al.*, 2012), y es una realidad comercial en el ganado. Este proceso implica la fusión del núcleo de una célula somática (generalmente encapsulada en la célula entera) con un núcleo enucleado, la activación del embrión recién formado para iniciar la proliferación celular y el cultivo del embrión hasta su transferencia a las receptoras. El uso principal de la clonación nuclear de células somáticas es la duplicación genética de animales superiores. Este uso sólo es práctico cuando el individuo a clonar tiene un alto grado de valor financiero o emocional porque las ineficiencias en el proceso de clonación lo hacen económicamente inasequible. La clonación nuclear podría mejorar las tasas de selección genética al aumentar la intensidad de la selección (sólo es necesario producir unos pocos sementales y madres) y, dado que la precisión de la selección puede mejorarse, al registrar el rendimiento de genotipos específicos en una variedad de entornos (Dematawewa y Berger, 1998). Sin embargo, a menos que se incremente la eficiencia de la tecnología, el aumento del mérito genético logrado mediante la incorporación de la clonación en los programas de selección no será suficiente para compensar los costos.

Tecnología de Células Madre

Las células madre son células auto-renovables que pueden clasificarse en fenotipos especializados. Las tecnologías basadas en la producción y manipulación de células madre tienen implicaciones que pueden resultar útiles para el desarrollo de nuevos métodos de manipulación de gametos masculinos y femeninos.

Las células madre existen en todo el cuerpo y participan en el mantenimiento de la integridad de los tejidos en regeneración. Un uso potencial intrigante de las células madre podría ser el uso de células madre somáticas de un toro genéticamente superior trasplantado en los testículos de numerosos toros menos deseables, o toros que están adaptados para tolerar ciertas condiciones climáticas podrían recibir un trasplante. Estas células madre podrían establecerse en los túbulos seminíferos y dar lugar a espermatozoides. Se ha demostrado la presencia de

espermatozoides procedentes de células testiculares trasplantadas en el semen de los bovinos (Stockwell *et al.*, 2009) y se han producido descendientes vivos a partir de espermatozoides derivados de un trasplante de células testiculares en cabras (Honaramooz *et al.*, 2003). Otra tecnología de células madre que puede resultar útil en el futuro es la de modificar a los machos para que todos los espermatozoides lleven el cromosoma X. Esto podría lograrse con células madre somáticas derivadas cuando las células genéticas femeninas son trasplantadas a los testículos (Hansen *et al.*, 2013).

Potencial del Ganado Transgénico

Las herramientas de reproducción asistida pueden brindar la oportunidad de incorporar tecnologías transgénicas en nuestros sistemas de ganado vacuno de carne en el futuro. En una revisión reciente (Seidel, 2013), el autor postula que las tecnologías transgénicas pueden estar disponibles para ser utilizadas en el ganado para el año 2050. Por ejemplo, puede haber la oportunidad de tener genes cruzados terminales expresados en el cromosoma Y. Las hembras pueden tener rasgos maternos que incluyen un tamaño pequeño, pero dan a luz a machos que nacen pequeños pero que exhiben un crecimiento rápido o una mayor eficiencia al complementar los genes relacionados con el rendimiento en la porción no seudoautosómica del cromosoma Y.

Tal vez otro ejemplo transgénico podría ser la de distorsionar la proporción de sexos de manera transgénica, de manera que entre el 70 y el 90% de los terneros de un semental en particular sean de un sexo u otro sin sexar el semen. Este concepto ya ha sido demostrado en ratones (Herrmann et al, 1999). Por lo tanto, a medida que la tecnología transgénica continúa evolucionando, puede existir el potencial para incorporar esta tecnología a los sistemas comerciales de producción de ganado vacuno de carne.

Implicaciones

En la actualidad, muchas de las herramientas para la gestión reproductiva son demasiado ineficientes para su aplicación en sistemas comerciales de ganado vacuno de carne. Sin embargo, esto también fue cierto en el pasado para la IA y la TE y los avances en la tecnología actual se producen a un ritmo más rápido hoy en día que cuando se desarrolló la IA hace más de 75 años. Estas nuevas técnicas de reproducción asistida pueden tener un impacto importante en los sistemas de producción de carne de vacuno en las próximas décadas; sin embargo, superar las percepciones negativas que tiene el público en general de estas tecnologías (independientemente de su eficacia y seguridad) puede ser un obstáculo mayor a superar que la posibilidad de mejorar la eficiencia de estas tecnologías para su aplicación comercial. Por lo tanto, la incorporación de tecnologías reproductivas actuales o futuras en los sistemas de producción variará dependiendo de los mercados ganaderos, la infraestructura, los sistemas de producción y el clima, pero será imperativo educar a los productores y al público en general sobre los méritos relativos y la seguridad de estas tecnologías.

Bibliografía

En la versión inglesa

ENGLISH VERSION

CURRENT AND FUTURE REPRODUCTIVE TECHNOLOGIES FOR BEEF CATTLE PRODUCTION SYSTEMS

G. C. Lamb

Introduction

Estimations of world population growth indicate that by the year 2050 the population will reach 9 billion habitants (Food and Agriculture Organization, 2009). These estimates impose a tremendous challenge in the current agricultural systems as food supply will need to increase by 100% in the next 35 years (Food and Agriculture Organization, 2009). Beef is the most nutrient dense animal protein on a per calorie basis, supplying several of the essential vitamins and minerals with a relatively low caloric intake per serving (McAfee *et al.*, 2010). Increasing the production of beef will assist in meeting the requirements for a portion of the protein in diets of this expanding global population. However, increasing efficiency of beef production will hinge on the adoption and refinement of current and future reproductive technologies. Reproductive management of cattle is largely under control by humans, and the technologies developed to facilitate that control have a major impact on the efficiency of beef production.

Reproduction in cattle is an energy-intensive process since greater than 50% of the total feed consumption required to produce a unit of meat protein is consumed by the dam of the animal producing the beef (Dickerson, 1978). Improving the efficiency of production of weaned calves has a positive effect on age at puberty which then reduces generation interval (Davis *et al.*, 1983). In addition, reproductive technologies provide opportunities to select cattle for genetic traits that improve production.

Artificial insemination, estrus synchronization (**ES**) and fixed-time AI (**TAI**), semen and embryo cryopreservation, multiple ovulation and embryo transfer (**MOET**), *in vitro* fertilization, sex determination of sperm or embryos, and nuclear transfer are technologies that are used to enhance the production efficiency of beef operations. In many cases, the development of these technologies is responsible for significant changes to traditional livestock production practices. However, adoption of these technologies by beef cattle producers is often slow and lags behind the adoption of technologies in other meat and dairy producing livestock systems. The nature of the extensive beef production systems is likely the primary reason for slow adoption rates. Current difficulties producers have with the incorporation of applied reproductive technologies must not be the reason to overlook the incorporation of more traditional reproductive technologies such as castration, breeding season management, or weaning. In many cases, beef producers fail to incorporate these more traditional technologies, which results in a reduction in production efficiency. Numerous reviews (Dahlen *et al.*, 2013; Hansen *et al.*, 2013; Seidel *et al.*, 2013) have collectively addressed many concepts presented in this review. This review will focus on the state and advantages of both current or traditional and more developed reproductive technologies that will play a role in enhancing future production efficiency of beef cattle production systems.

Traditional Reproductive Technologies

Castration of Male Cattle

Removal of testis from bull calves is likely the most frequently used reproductive technique in United States. beef cattle pro-

duction systems. A 2007 survey indicated that 59.2% of cattle operations castrated at least a portion of their bull calves and this represented 77.1% of the total calves owned by survey respondents (NAHMS, 2008). Sales price of steer calves are greater than those of bull calves and 91.6% of feedlot operators reported that castration and dehorning at least 4 wk prior to arrival at the feedlot was effective for reducing sickness and death loss (APHIS, 2012). From a standpoint of weight gain, feed efficiency, and final feedlot weight, intact males actually perform better than castrated males (Worrell *et al.*, 1987). However, castration is usually implemented to foster selective breeding. Castration offers producers the opportunity to decide which animals may best be suited to sire future calf crops and those which are better suited to the commodity beef market. Another major concern with maintaining bulls rather than steers is the aggressive tendencies of bulls. This aggressive behavior is both in response to sexual stimuli as well as a desire to maintain social dominance. The sexual stimuli would be relevant if pens of bulls were in the same vicinity of a feedlot as pens of heifers not receiving an estrus-suppressant (such as melengestrol acetate, **MGA**). Behavioral characteristics of bulls cause concerns over safety of humans and of other cattle, as well as maintenance of fences and other equipment.

Castration is prevalent in the US beef production systems also as a result of consumer preference. Tenderness and consistency of products are important attributes for consumers choosing to purchase beef. Compared with that from bulls, meat from steers contains more fat resulting in greater quality grades (Calkins et al, 1986), as well as increased tenderness, juiciness, and flavor ratings of the longissimus muscle along with a brighter color (Carroll *et al.*, 1975). This preference for meat from steer carcasses has been highlighted by prices received when selling finished cattle.

The development and refinement of immunological castration techniques may offer alternatives to banding or surgical procedures that are currently the most predominantly used methods of castration. Bulls vaccinated against GnRH had similar performance and improved meat quality when compared with unvaccinated bulls (Amatayakul-Chantler *et al.*, 2012). A reduction in physical activity (perhaps related to sexual aggression and hierarchy maintenance) in GnRH vaccinated bulls may explain the similar performance measures in spite of the reduced concentrations of endogenous testosterone compared with unvaccinated bulls (Janett *et al.*, 2012). As producers look for alternative castration techniques to optimize animal welfare, and sensitivity of the public increases towards management practices such as castration, immunocastration may become a management practice utilized to a greater extent in the US beef production systems.

Estrous Cycle Control of Females not Destined for Breeding

The frequency of pregnant heifers entering feedlots has ranged from 4 to 17% of all heifers, depending on the management or the heifer source of origin. In addition, some pens of heifers have been harvested where the pregnancy rate approaches 20% (Laudert, 1988). While pregnant heifers gain weight similarly compared with open heifers, a portion of this weight is being partitioned toward the developing fetus and the overall feed efficiency is reduced in those pregnant heifers (Jim *et al.*, 1991). Producers have the option of continuing to feed heifers that are pregnant or to administer an abortifactant to heifers that are found to be pregnant. Retaining pregnant heifers and adding excess body condition may result in major problems associated with calf survival and heifer health when they calve in feedlot pens.

Removal of ovaries (spaying) in heifers is a practice that is conducted on only a small proportion of females but, when successful, eliminates the opportunity for pregnancy in females. Spaying heifers offers feedlot operators the ability to maintain mixed-sex pens or to house pens of spayed heifers in the vicinity of a pen of cull bulls. In addition, spaying reduces the incidence of estrus activity. Estrus activity of intact heifers causes a temporary reduction in feed intake and associated performance, and estrus activity near the time of harvest may cause an increased incidence of dark cutting beef in intact heifers compared with spayed heifers and steers (Scanga *et al.*, 1998). The process of spaying removes the heifer's natural source of estrogen. Therefore, implanting spayed heifers with a steroid implant is an important management strategy to increase feed intake and feed efficiency (Garber, 1990).

In lieu of spaying, feeding MGA is an approved method of controlling estrus in feedlot heifers. The label for MGA claims a suppression of estrus, an increase in weight gain, and an improvement in feed efficiency for feedlot heifers. According to a 1999 survey of feedlot operators, 79% of feedlot heifers in the United States received MGA when in feedlots (NAHMS, 2000). A portion of the remaining heifers were likely prohibited from receiving MGA, because they were destined to specific markets that mandated they do not receive MGA, or heifers were not in confinement but were grazing. The use of MGA in grazing cattle is not as effective since not all heifers will consume MGA daily. Although a small increase in ADG was observed when a low dose of MGA was fed to steers (Moseley, *et al.*, 2003), it is still not approved for use when feeding MGA to steers. Therefore, feedlot operators are prohibited from feeding MGA to mixed-sex pens of cattle.

Incorporation of a Defined Breeding Season

In the US, 55% of operations surveyed had no set breeding season, whereas 34% of operations had a single defined breeding season and 12% of operations had two defined breeding seasons (NAHMS, 2009a). Implementation of defined breeding seasons significantly impacts profitability of beef operations by matching cattle to available resources, refining nutrient delivery to groups of cattle, concentrating labor resources, and increasing the sale price of calves. Many traditional commercial breeding seasons are designed to place a young, growing calf on forages that are at their peak of quality and availability. Matching growing calves to high quality forages allows for maximal weight gains through forage intake and through milk produced via forage intake of the dam during lactation.

A defined breeding season also allows for delivery of proper nutrients to cows during key times of gestation. Having groups of cattle at similar stages of gestation allows producers to set precise targets for nutrient delivery and to manage feeding cattle according to their requirements rather than to their appetite. Without a specific breeding season, producers would have difficulty implementing a precision-based nutrition system without continually over-feeding a portion of their herd and underfeeding another portion. The concept also pertains to allocation of pasture resources to optimize forage utilization.

Labor resources are also more concentrated and focused when a defined breeding season has been implemented. When no breeding season is established, a producer should monitor cows in a herd for calving every day of the year. By implementing a defined breeding season, calving activity is concentrated into a period of time slightly longer than the breeding season (given the natural variation in length of gestation). This phenomenon of more calves being born over a shorter period of time also

concentrates the need for labor to monitor and assist cows during calving. The concentrated labor may also increase attentiveness of producers as they monitor cows regularly during calving and ultimately lead to greater calf survival (and coincident profit potential) by offering prompt assistance to heifers or cows experiencing dystocia.

As the number of calves in an auction lot increases, the price received subsequently increases. This is true in both sale barn (Leupp *et al.*, 2008) and in video auction lots (Seeger *et al.*, 2011). Upon arrival at a sale barn, groups of calves are sorted into relatively similar cohort groups and presented in the sale accordingly, unless producers live in a region where calves are sold individually through the ring. A defined breeding season that concentrates calving increases the uniformity of calves, resulting in fewer groups of cohorts being sold at a single time. Fewer cohort lots result in a greater number of calves in each lot and a greater sales price.

Actual dates of the breeding season vary by region, and tradition (cited by 43% of survey respondents) plays a major role in deciding when a breeding season should be held (NAHMS, 2009a). Additional factors of feed cost, cow performance, calf performance, and environmental conditions need to be considered when deciding which breeding season is appropriate for a particular herd (Grings *et al.*, 2005).

Breeding Soundness Examinations

In bulls, breeding soundness examinations (**BSE**) are targeted at identifying sub-fertile bulls. A BSE includes a physical evaluation, measurement of scrotal circumference, and an evaluation of semen motility and morphology (Society for Theriogenology, 1993). Currently, 71% of operations have a BSE conducted on bulls that are newly purchased or leased and the proportion increases with increasing herd size (NAHMS, 2009a). Recommendations are to perform a BSE on every bull annually prior to the initiation of the breeding season. Although specific timing of the examination is vague, it should be conducted far enough in advance of bull turnout to access additional bulls if any is classified as “unsatisfactory”, or to provide sufficient time for a second examination if bulls are classified as “deferred”.

When cows were bred to bulls in either the satisfactory or deferred categories, a greater proportion of females bred to bulls classified as satisfactory breeders (46.6%) were pregnant at the end of the breeding season compared with females bred to bulls classified as deferred (36.5%; Farin *et al.*, 1989). However, no differences were observed among BSE classification in number of times bulls mounted females, number of services, or percentage of females serviced. Thus, a breeding soundness exam is an indication of potential fertility and not an indication of libido. Having a high libido in herd sires is essential to ensure high fertility in the female herd, since bulls with greater libido tend to service more females (Chenowith, 1997). In a multi-sire breeding pasture setting, 7.3% of all bulls exposed to a BSE failed to sire a single calf (Drake *et al.*, 2011). Whether this issue is one of libido, social hierarchy, or other factors not detectable by a BSE is unknown. Bulls failing a BSE sire very few calves (Magee, 2005), and thus should be removed from the herd.

In heifers, a BSE identifies the proportion of females that are likely cyclic prior to the breeding season and to identify the individual animals that will probably not become pregnant and should be removed from the herd. Components of a BSE for heifers include the palpation of the uterus and ovaries to determine the size of the uterine horns and the structures present in the ovaries. A pelvic measurement may also be determined to provide an additional selection tool to identify heifers that have a small pelvis relative to heifer weight and frame size and, consequently, have a greater risk of experiencing dystocia.

As reproductive tract scores increased from 1 to 5, body weight, pelvic area, and the proportion of heifers observed in estrus increased (Patterson *et al.*, 2000), and the proportion of heifers becoming pregnant after breeding also increased (Anderson *et al.*, 1991). Heifers that have multiple estrous cycles prior to the first breeding are more likely to become pregnant compared with those exposed to mating on their first cycle (Byerley *et al.*, 1987). In addition to fertility during the immediate breeding season, reproductive tract scores were found to be positively associated with calf weaning weights and fertility during the following breeding season and, thus, a potential indicator of lifetime cow productivity (Holm *et al.*, 2009).

Diagnosis of Pregnancy

Determination of pregnancy status identifies non-pregnant cows and subsequently provides a tool for management of non-pregnant females in an operation. Pregnancy diagnosis may be the single most effective reproductive management tool available to producers to enhance production efficiency of their operations, especially as input costs, such as feed, fuel, and fertilizer continue to increase. When a non-pregnant cow is maintained in the herd over an extended period of time a significant feed cost is incurred, with no calf to market to offset the expense of feeding a nonpregnant cow. Yet, surprisingly, fewer than 20% of beef producers in the US perform a pregnancy diagnosis on their cow herd annually (NAHMS, 2009a).

Three major methods of pregnancy detection are currently available and suitable for beef cattle producers: palpation per rectum, ultrasound, and pregnancy-associated glycoproteins (**PAGs**). Given the variety of production systems and operation goals that modern beef producers have, each of the methods of pregnancy determination has a place in the industry. For a comparison of attributes among methods of pregnancy diagnosis described, see Table 1 (Dahlen *et al.*, 2013).

Palpation per rectum is the most common and inexpensive method of pregnancy diagnosis, but as veterinarians become more adept at transrectal ultrasonography and the equipment becomes less expensive, ultrasonography is becoming a more popular method of pregnancy diagnosis and has several benefits. By measuring the fetal size (crown-rump length or biparietal distance) accurate fetal age can be determined in early pregnancy. In addition, because the operator has the opportunity to visualize the fetal characteristics, fetal viability, fetal sex, and the number of fetuses may all be determined (Lamb *et al.*, 2003).

In recent years, the development of pregnancy testing of blood samples to identify PAGs has generated less expensive opportunities for beef producers to diagnose pregnancy in their operations. From d 28 after cattle are mated, blood samples may be collected by producers and mailed to laboratories that are contracted with one of three primary companies for analysis of PAGs. Based on data reported by the commercial companies providing these tests, they report that the tests generally yield results that are greater than 99% accurate when a cow is diagnosed as not pregnant (false-negative), whereas the false-pregnant (false-positive) rate for these tests is approximately 5% (Thompson *et al.*, 2010).

Table 1. Comparison of different methods of pregnancy detection in beef cattle (Dahlen *et al.*, 2013).

	Method of Pregnancy Detection		
Item	Palpation	Ultrasound	Blood Tests
Minimum fetal age detected	35-45[1]	25-30[1]	28-32
Accurate fetal aging	Yes	Yes	No
Identification of twins	No	Yes	No
Evaluate fetal viability	No[2]	Yes	No
Determine sex of fetus	No	Yes	No
Veterinarian required[3]	Yes	Yes	No
Immediate answer	Yes	Yes	No
Does experience impact accuracy	Yes	Yes	No
Price	Medium	Higher	Low

[1]Each veterinarian has a comfort level regarding the gestational age they are comfortable detecting.
[2] If the fetus is old enough some movement may be felt using palpation per rectum.
[3] Regulations requiring a veterinarian or allowing lay-person technicians vary by state

Current Assisted Reproductive Technologies

Artificial Insemination

Artificial insemination is not a new technology. The developmental research that preceded our modern techniques dates back to Russia in the late 1800s and early 1900s (Foote, 2002). The accidental discovery that glycerol has properties to protect and maintain semen viability through freezing set the stage for the development of the AI industry as we know it today (Agca and Critser, 2002).

For beef producers a major opportunity exists to increase the genetic potential of their herd through the use of AI. With AI, the most genetically superior sires are available to a large number of producers rather than being confined to the cows that are on a single pasture. In addition, the accuracy of EPDs of young sires with no progeny (typical of most natural service sires) is less than that of sires with a large number of offspring (typical of "proven" AI sires; Harris and Newman, 1994). One of the primary advantages of using AI is that semen from sires with EPDs and accuracies far superior to most natural service sires is available. High accuracy of EPDs in proven AI sires allow producers more confidence that the advertised performance and phenotypic characteristics of offspring will be realized, compared with offspring from low accuracy natural service sires. The risk of unexpected performance is greater when using low accuracy natural service sires (Pruzzo *et al.*, 2003). In addition, improving the accuracy of sire breeding value predictions may increase the overall rate of genetic change on beef operations (Betz, 2007) and improved rate of genetic change can lead to subsequent improvements in overall profitability (Harris and Newman, 1994).

Synchronization of Estrus or Ovulation

Synchronizing the estrous cycle with the use of exogenous hormones (ES and ovulation synchronization) has been developed and incorporated into beef production systems primarily to facilitate the use of AI for more than 40 yr. A primary factor limiting the use of AI is the labor required to perform AI and to detect estrus in females and ensure they are inseminated at the appropriate time. It is now possible to expect to achieve pregnancy from AI in more than 50% of the herd during the 1st wk of the breeding season (Lamb *et al.*, 2006; Larson *et al.*, 2006). The success of ES in increasing the proportion of pregnancies derived from AI will increase the rate of genetic improvement through mating with genetically superior AI sires. However, other benefits have become evident including the potential to alter the calving season and increase uniformity of calves (Dziuk and Bellows, 1983; Rodgers *et al.*, 2012). Estrus synchronization protocols, particularly those which include a progestin, may induce cyclicity in non-cyclic females (Thompson *et al.*, 1999; Lamb *et al.*, 2001; Stevenson *et al.*, 2003). These mentioned advantages to utilize ES have enhanced its use in beef operations and is usually used in conjunction with AI.

Currently only 7.6% of beef operations in the United States utilize AI as a reproductive management tool (NAHMS, 2009a), whereas 72.5% of all pregnancies in dairy females are the result of AI (NAHMS, 2009b). When queried as to their reluctance to utilize AI, over 53% of operations cited labor concerns or complicated estrous synchronization protocols as primary reasons for not implementing this reproductive technology (NAHMS, 2009a). Research projects addressing these key areas of producer concern have been developed, and improvements in the actual protocols and their subsequent ability to effectively synchronize estrus and ovulation have been made (Lauderdale *et al.*, 2009).

Sex-sorted semen

The technology that has been developed to sort spermatozoa by the presence of either a Y or X chromosome has the potential to alter the efficiency of beef production. Depending on the production goals of an operation, the availability of either more bull or heifer calves creates the opportunity for more profitability. Males are preferred over females when feeding animals for the production of beef. Steers are more efficient at converting feed to muscle, which equates to more efficient production of beef. Many producers focus on the generation of replacement females, and in these operations a benefit may be realized for more heifer calves.

Processes to generate sex-sorted spermatozoa are fairly inefficient and costly, which has limited its use. Damage incurred during the sorted process and/or fewer spermatozoa per dose result in decreased fertility with sex-sorted spermatozoa. The difference in fertility between conventional semen and sex-sorted semen is considered to be in the order of 10 percentage points, and this gap is not bridged by increasing the number of sex sorted sperm per inseminate (DeJarnette et al 2011).

In commercial beef cattle operations sexed semen provides the opportunity to use a small number of elite cows to generate replacements while mating the remainder of the cows to terminal sires. However, the most common use of sexed semen in the beef industry is to increase the number of the desired sex of animals in purebred operations. Generating more bull calves from a superior herd sire to produce bulls for the commercial sector is an important consideration. Similarly, deriving more daughters from a purebred maternal line would also be advantageous to certain purebred breeders. Therefore, although sexed semen may not be utilized extensively throughout the beef industry, it will continue to provide beef producers an opportunity to alter management practices that will enhance beef production efficiency.

Embryo transfer

Incorporating embryo transfer (**ET**) into beef production systems is a fast way to change the genetic base of a herd using existing females. Females of poor or even average genetic poten-

tial have the opportunity via ET to serve as a surrogate to carry a calf of exceptional genetic merit. *In vivo* embryo production through superovulation of donor females and *in vitro* production following ovum pickup (**OPU**) allow a single female to generate a substantially greater number of offspring than she would be capable of producing in conventional systems. When ET technology is coupled with the use of spermatozoa from genetically superior sires and possibly the use of sex-sorted semen, genetic improvement can increase exponentially within a herd. The use of estrous synchronization protocols to achieve donor-recipient synchrony decreased the number of available recipients necessary. The advancements of cryopreservation also decreased the number of recipients necessary as well as relaxed the timing requirements of ET, making it more feasible and efficient for many producers, and increasing the use of the technology (Hasler, 2003). In spite of these advantages, many procedures used in ET are expensive and inefficient, which limits the practical application for beef producers. Perhaps the most promising aspect of these technologies as they relate to food security is the ability to transport embryos, rather than live animals, to areas where improved genetics would rapidly increase production of beef.

Even though the use of *in vivo*-derived embryos continues to increase, a major limitation has been the lack of successful superovulation in donor females. Although research continues in the development of superovulation protocols as well as techniques to predict which donor females may respond well to superovulation (Hasler, 2003; Betteridge, 2006), this remains an inhibitor of using *in vivo*-derived embryos. As number of embryos per flush increases, the overall cost per embryo produced will likely decrease. Since cost of the technology is one of the reasons that producers have been hesitant to incorporate ET, finding methods to improve superovulatory response and coincident number of transferrable embryos per flush would likely increase its use.

To avoid the potential disadvantage of poor response to superovulation, the use of *in vitro*-produced embryos is increasing. Proper facilities and expertise are required, but when females can be subjected to frequent sessions of transvaginal ultrasonically guided OPU, oocytes can then be subjected to *in vitro* fertilization and culture resulting in more transferrable embryos. These embryos are more likely to be transferred fresh because their viability decreases with cryopreservation to a greater extent than *in vivo*-derived embryos (Palasz and Mapletoft, 1996). Until this hurdle can be mediated, the ability to transport and store these embryos will be limited and will thus limit its use on a global scale to improve overall efficiency of production. It is possible to culture *in vitro*-produced embryos in the oviduct of sheep, and these embryos survive cryopreservation as well as their *in vivo* counterparts (Galli *et al.*, 2003), giving promise to increased potential in this area. Nonetheless, as improvements in this technology continue, it is conceivable to believe that *in vitro* produced embryos will be transferred at a lower cost than *in vivo* produced embryos, ultimately resulting in a decline in the quantity of *in vivo* produced embryos and an increase in *in vitro* produced embryos

Future Opportunities for Assisted Reproductive Technologies

Somatic Cell Nuclear Cloning

Somatic cell nuclear cloning has been used to produce offspring in at least 20 species (Oback, 2008; Rodriquez-Osorio *et al.*, 2012), and is a commercial reality in cattle. This process involves fusion of a somatic cell nucleus (usually encased in the entire cell) with an enucleated nucleus, activation of the newly formed embryo to initiate cell proliferation, and culture of the embryo until transfer into recipients. The major use of somatic cell nuclear cloning is in the genetic duplication of superior animals. This use is only practical when the individual to be cloned has a high degree of financial or emotional value because inefficiencies in the cloning process make it financially unaffordable. Nuclear cloning could improve rates of genetic selection by increasing selection intensity (only a few sires and dams need be produced) and, because the accuracy of selection can be improved, by recording performance of specific genotypes under a variety of environments (Dematawewa and Berger, 1998). However, unless the efficiency of the technology is increased, the increase in genetic merit achieved by incorporation of cloning in selection programs will not be enough to offset the costs.

Stem Cell Technology

Stem cells are self-renewing cells that can differentiate into specialized phenotypes. Technologies based on the production and manipulation of stem cells not only have implications that may prove useful for developing novel methods for manipulation of male and female gametes.

Stem cells exist throughout the body and participate in maintaining the integrity of regenerating tissues. An intriguing potential use of stem cells could be the use of somatic stem cells of a genetically superior bull transplanted into the testis of numerous less desirable bulls, or bulls that are adapted to tolerate certain climatic conditions could receive a transplant. These stem cells could become established in the seminiferous tubules and give rise to spermatozoa. Presence of sperm from transplanted testicular cells in semen has been demonstrated in cattle (Stockwell *et al.*, 2009) and live offspring have been produced from sperm derived from a testicular cell transplant in goats (Honaramooz *et al.*, 2003). Another stem cell technology that may prove to be useful in the future is to modify males so that all spermatozoa carry the X chromosome. This could be achieved with somatic stem cells derived when genetic females cells are transplanted into the testis (Hansen *et al.*, 2013).

Potential for Transgenic Cattle

Assisted reproductive tools may provide the opportunity to incorporate transgenic technologies into our beef cattle systems in the future. In a recent review (Seidel, 2013), the author postulates that transgenic technologies may be utilized in cattle by 2050. For example, there may be the opportunity to have terminal cross genes expressed on the Y-chromosome. The females may have maternal traits including small size, but give birth to males that are born small but exhibit rapid growth or improved efficiency to the compliment of performance-related genes on the non-pseudoautosomal portion of the Y-chromosome.

Perhaps another transgenic example may be to distort sex ratio transgenically so that 70-90% of calves from a particular sire will be one sex or the other without sexing semen. This concept has already been demonstrated in mice (Herrmann et al, 1999). Therefore, as transgenic technology continues to evolve, the potential may exist to incorporate this technology into commercial beef cattle production systems.

Implications

At the present time, many of the reproductive management tools are too inefficient for application in commercial beef cattle systems. However, this was once true for AI and ET and advances in current technology occur at a faster rate today than when AI was developed more than 75 yr ago. These newer assisted reproduction techniques may have a major impact on beef production systems within the next few decades; however,

overcoming negative perceptions of these technologies (regardless of their efficacy and safety) by the general public may be a larger hurdle to scale than refining the efficiency of these technologies for commercial application. Therefore, incorporation of current or future reproductive technologies into production systems will vary depending on cattle markets, infrastructure, production systems, and climate, but education to producers and the general public on the relative merits and safety of these technologies will be imperative.

References

- Agca, Y., and J. K. Critser. 2002. Cryopreservation of spermatozoa in assisted reproduction. Semin. Reprod. Med. 20:15-23.
- Amatayakul-Chantler, S., J.A. Jackson, J. Stenger, V. King, L.M.S. Rubio, R. Howard, E. Lopez, and J. Walker. 2012. Immunocastration of Bos indicus × Brown Swiss bulls in feedlot with gonadotropin-releasing hormone vaccine Bopriva provides improved performance and meat quality. J. Anim. Sci. 90:3718-3728.
- Anderson, K.J., D.G. Lefever,, J.S. Brinks, and K.G. Odde. 1991. The use of reproductive tract scoring in beef heifers. Agri-Practi. 12: 19-26.
- APHIS, Veterinary Service: Centers for Epidemiology and Animal Health. 2012. Importance of pre-arrival management practices to operators of U.S. feedlots. Info Sheet: Safeguarding American Agriculture. https://www.aphis.usda.gov/animal_health/nahms/feedlot/downloads/feedlot2011/Feed11_is_Prearrival.pdf. Accessed July 1, 2015.
- Betteridge, K. J. 2006. Farm animal embryo technologies: achievements and perspectives. Theriogenology 65:905-913.
- Betz, G.C.M. 2007. Using the rate of genetic change and the population structure of cattle to better target genetic progress. Proc. 39th Beef Imp. Fed. Symp. Fort Collins, CO pp. 103-109.
- Byerley, D. J., R.B. Staigmiller, J.G. Berardinelli, and R.E. Short. 1987. Pregnancy rates of beef heifers bred either on puberal or third estrus. J. Anim. Sci. 65:645-650.
- Calkins, C.R., D.C. Clanton, ,T.J. Berg,, and J.E. Kinder. 1986. Growth, carcass and palatability traits of intact males and steers implanted with zeranol or estradiol early and throughout life. J. Anim. Sci. 62: 625-631.
- Carroll, F.D., W.C. Rollins, , K.A. Wagnon, and R.G. Loy. 1975. Comparison of beef from bulls and DES implanted steers. J. Anim. Sci. 41: 1008-1013.
- Chenowith, P. J. 1997. Bull libido/serving capacity. Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract. 13:331-344.
- Dahlen, C.R., J.E. Larson, and G.C. Lamb. 2013. Impacts of Reproductive Technologies on Beef Production in the United States In: Current and Future Reproductive Technologies and World Food Production, Advances in Experimental Medicine and Biology, Springer Publishing Company, New York, NY. Vol. 752, p 97-114.
- Davis, M.E., J.J. Rutledge, L.V. Cundiff, and E.R.Hauser. 1983. Life cycle efficiency of beef production: II. Relationship of cow efficiency ratios to traits of the dam and progeny weaned. J. Anim. Sci. 57:852-866.
- DeJarnette J.M., M.A. Leach, R.L. Nebel, C.E. Marshall, C.R. Cleary, J.F. Moreno. 2011. Effects of sex sorting and sperm dosage on conception rates of Holstein heifers; is comparable fertility of sex sorted and conventional semen plausible? J. Dairy Sci. 2011; 3477-3483.
- Dematawewa, C.M., and P.J. Berger. 1998. Break-even cost of cloning in genetic improvement of dairy cattle. J. Dairy Sci. 81:1136-1147.
- Dickerson, G.E. 1978. Animal size and efficiency : Basic concepts. Anim. Prod. 27:367-379.
- Drake, D.J., K.L. Weber, and A.L. Van Eenennaam. 2011. What are herd bulls accomplishing in multiple sire breeding pastures? Proceedings of Applied Reproductive Strategies in Beef Cattle, Joplin, MO. p 305-319.
- Dziuk, P.J., and R.A. Bellows. 1983. Management of reproduction in beef cattle, sheep and pigs. J. Anim. Sci. 57(Suppl. 2):355-379.
- Farin, P.W., P.J. Chenoweth, D.F. Tomky, L. Ball, and J.E. Pexton. 1989. Breeding soundness, libido and performance of beef bulls mated to estrus synchronized females. Theriogenology. 32:717-725.
- Foote, R.H. 2002. The history of artificial insemination: selected notes and notables. J. Anim. Sci. 80:1-10.Galli, C., R. Duchi, G. Crotti, P. Turini, N. Ponderato, S. Colleoni, I. Laqutina, and G. Lazzari. 2003. Bovine embryo technologies. Theriogenology 59:599-616.
- Garber, M.J., R.A. Roeder, J.J. Combs, L. Eldridge, J.C. Miller, D.D. Hinman, and J.J. Ney. 1990. Efficiency of vaginal spaying and anabolic implants on growth and carcass characteristics in beef heifers. J. Anim. Sci. 68: 1469-1475.
- Grings, E.E., R.E. Short, K.D. Klement, T.W. Geary, M.D. MacNeil, M.R. Haferkamp, and R.K. Heitschmidt. 2005. Calving system and weaning age effects on cow and preweaning calf performance in the Northern Great Plains. J. Anim. Sci. 83: 2671-2683.
- Hansen, P.J. 2013. Current and future assisted reproductive technologies for mammalian farm animals In: Current and Future Reproductive Technologies and World Food Production, Advances in Experimental Medicine and Biology, Springer Publishing Company, New York, NY. Vol. 752, pp 1-22.
- Harris, D.L., and S. Newman. 1994. Breeding for profit: synergism between genetic improvement and livestock production: A review. J. Anim. Sci. 72:2178-2200.
- Hasler, J. F. 2003. The current status and future of commercial embryo transfer in cattle. Anim. Reprod. Sci. 79:245-264.
- Herrmann, B.G., B. Koschorz, K.Wertz, K.J. McLaughlin, and A. Kispert. 1999. A protein kinase encoded by the t complex responder gene causes non-Mendelian inheritance. Nature 402:141-146.
- Holm, D.E., P.N. Thompson, and P.C. Irons. 2009. The value of reporductive tract scoring as a predictor of fertility and prodcution outcomes in beef heifers. J. Anim. Sci. 87:1934-1940.
- Honaramooz, A., E. Behboodi, S.O. Megee, S.A. Overton, H. Galantino-Homer, Y. Echelard, and I. Dobrinski. 2003. Fertility and germline transmission of donor haplotype following germ cell transplantation in immunocompetent goats. Biol. Reprod. 69:1260-1264.
- Janett, F., T. Gerig, A.C. Tschuor, S. Amatayakul-Chantler, J. Walker, R. Howard, H. Bollwein, and R. Thun. 2012. Vaccination against gonadotropin-releasing factor (GnRF) with Bopriva significantly decreases testicular development, serum testosterone levels, and physical activity in pubertal bulls. Theriogenology 78:182-188.
- Jim, G.K., C.S. Ribble,, P.T. Guichon, and B.E. Thorlakson. 1991. The relative economics of feeding open, aborted, pregnant feedlot heifers. Can. Vet. J. 10:613-617.
- Lamb, G.C., C.R. Dahlen, and D.R. Brown. 2003. Symposium paper: reproductive ultrasonography for monitoring ovarian structure development, fetal development, embryo survival, and twins in beef cows. Prof. Anim. Sci. 19: 135-143.
- Lamb, G.C., J.E. Larson, T.W. Geary, J.S. Stevenson, S.K.

Johnson, M.L. Day, R.P. Ansotegui, D.L. Kesler, J.M. DeJarnette, and D.G. Landblom. 2006. Synchronization of estrus and artificial insemination of replacement beef heifers using gonadotropin-releasing hormone, prostaglandin $F_{2\alpha}$, and progesterone. J. Anim. Sci. 84:3000-3009.

- Lamb, G.C., J.S. Stevenson, D.J. Kesler, H.A. Garverick, D.R. Brown, and B.E. Salfen. 2001. Inclusion of an intravaginal progesterone insert plus GnRH and prostaglandin $F_{2\alpha}$ for ovulation control in postpartum suckled beef cows. J. Anim. Sci. 79:2253–2259.
- Larson, J.E., G.C. Lamb, J.S. Stevenson, S.K. Johnson, M.L. Day, T.W. Geary, D.J. Kesler, J.M. DeJarnette, F.N. Schrick, A. DiCostanzo, and J.D. Arseneau. 2006. Synchronization of estrus in suckled beef cows before detected estrus and artificial insemination and timed artificial insemination using gonadotropin-releasing hormone, prostaglandin $F_{2\alpha}$, and progesterone. J. Anim. Sci. 84:332-342.
- Lauderdale, J.W. 2009. ASAS Centennial Paper: Contributions in the Journal of Animal Science to the development of protocols for breeding management of cattle through synchronization of estrus and ovulation. J. Anim. Sci. 87:801-812.
- Laudert, S.B. 1988. Incidence of pregnancy in feedlot heifers at slaughter. Kansas Agric. Exp. Sta. Rep. of Progress. 539: 112.
- Leupp, J.L., G.P. Lardy, R. Daly, C.L. Wright, and J.A. Paterson. 2008. Factors influencing price of North Dakota, South Dakota and Montana feeder calves. NDSU Beef Cattle and Range Research Report. Pages: 46-49.
- Magee, D. 2005. Breeding soundness evaluation of bulls. In: Proc. Applied Reproductive Strategies in Beef Cattle, College Station, TX. Accessed July 8, 2015 (http://beefrepro.unl.edu/proceedings/2005collegestation/16_tamu_bse_magee.pdf)
- McAfee, A. J., E. M. McSorley, G. J. Cuskelly, B. W. Moss, J. M. W. Wallace, M. P. Bonham, and A. M. Fearon. 2010. Red meat consumption: An overview of the risks and benefits. Meat Science 84:1-13.
- Moseley, W.M., D.M. Meeuwse, J.F. Boucher, K.J. Dame, and J.W. Lauderdale. 2003. A dose-response study of melengestrol acetate on feedlot performance and carcass characteristics of beef steers. J. Anim. Sci. 81:2699-2703.
- National Animal Health Management Service (NAHMS). 2000. Part I: Baseline reference of feedlot management practices, 1999. Page 46-47. Natl. Anim. Health Monit. Serv., Fort Collins, CO.
- National Animal Health Management Service (NAHMS). 2009a. Part II. Reference of beef cow-calf management practices in the United States, 2007-08. Page: 5-23. Natl. Anim. Health Monit. Serv., Fort Collins, CO.
- National Animal Health Management Service (NAHMS). 2009b. Part IV. Reference of dairy cattle health and management practices in the United States, 2007-08. Page: 27. Natl. Anim. Health Monit. Serv., Fort Collins, CO.
- National Animal Health Monitoring Service (NAHMS). 2008. Part I. Reference of beef cow-calf management practices in the United States, 2007-08. Pages: 37-40. Natl. Anim. Health Monit. Serv., Fort Collins, CO.
- National Research Council (NRC). 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th ed. National Academy Press, Washington, DC
- Oback, B. 2008. Climbing Mount Efficiency–small steps, not giant leaps towards higher cloning success in farm animals. Reprod. Domest. Anim. 43 Suppl 2:407-416.
- Palasz, A. T., and R. J. Mapletoft. 1996. Cryopreservation of mammalian embryos and oocytes: recent advances. Biotechnol. Adv. 14:127-149.
- Patterson, D.J., S.L. Wood, and R.F. Randle. 2000. Heifer programs that add value to the beef industry: Procedures that support reproductive management of replacement beef heifers. J. Anim. Sci. 77: 1-15.
- Pruzzo, L., R.J.C. Cantet, and C.C. Fioretti. 2003. Risk-adjusted expected returns for selection decisions. J. Anim. Sci. 81:2984-2988.
- Rodriguez-Osorio, N., R. Urrego, J.B. Cibelli, K. Eilertsen, and E. Memili. 2012. Reprogramming mammalian somatic cells. Theriogenology 78:1869-1886.
- Scanga, J.A., K.E. Belk, J.D. Tatum, T. Grandin, and G.C. Smith. 1998. Factors contributing to the incidence of dark cutting beef. J. Anim. Sci. 76: 2040-2047.
- Schnell, T.D., K.E. Belk, J.D. Tatum, R.K. Miller, and G.C. Smith. 1997. Performance, carcass, and palatability traits for cull cows fed high-energy concentrate diets for 0, 14, 28, 42, or 56 days. J. Anim. Sci. 75:1195-1202.
- Seeger, J.T., M.E. King,, D.S. Grotelueschen, G.M. Rogers, and G.S. Stokka. 2011. Effect of management, marketing, and certified health programs on the sale price of beef calves sold through livestock video auction service from 1995 through 2009. JAVMA 239: 451-466.
- Seidel, G.E. Jr. 2013. Beef cattle in the year 2050 In: Current and Future Reproductive Technologies and World Food Production, Advances in Experimental Medicine and Biology, Springer Publishing Company, New York, NY. Vol. 752, pp 239-244.
- Society of Theriogenology. 1993. Guidelines for the bull breeding soundness evaluation. In: Guidelines for uniform beef improvement programs, 9th edition, 2010. Montgomery, AL
- *Stevenson, J.S., G.C. Lamb, S.K. Johnson, M.A. Medina-Britos, D.M. Grieger, K.R. Harmoney, J.A. Cartmill, S.Z. El-Zarkouny, C.R. Dahlen, and T.J. Marple.* 2003*. Supplemental norgestomet, progesterone, or melengestrol acetate increases pregnancy rates in suckled beef cows after timed inseminations.* J. Anim. Sci. 81:571–*586.*
- Stockwell, S., M. Herrid, R. Davey, A. Brownlee, K. Hutton, and J.R. Hill. 2009. Microsatellite detection of donor-derived sperm DNA following germ cell transplantation in cattle. Reprod. Fertil. Dev. 21:462-468.
- Thompson, I. M., R. L. Derri, I. H. Kim, J. A. Green, J. E. Santos, and W. W. Thatcher. 2010. Effects of resynchronization programs on pregnancy per artificial insemination, progesterone, and pregnancy-associated glycoproteins in plasma of lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 93:4006–4018.
- Thompson, K.E., J.S. Stevenson, G.C. Lamb, D.M. Grieger, and C.A. Löest. 1999. Follicular, hormonal, and pregnancy responses of early postpartum suckled beef cows to GnRH, norgestomet, and $PGF_{2\alpha}$. J. Anim. Sci. 77:1823–1832.
- Worrell, M.A., D.C. Clanton, and C.R. Calkins. 1987. Effect of weight at castration on steer

PATOLOGÍA RESPIRATORIA PARA VETERINARIOS DE CAMPO

Alfonso López Mayagoitia

Las enfermedades respiratorias son una de las más importantes causas de morbilidad y mortalidad en los bovinos. Con frecuencia los clínicos de grandes especies enfrentan brotes severos de neumonía en donde se requiere necesariamente una necropsia para llegar al diagnóstico correcto**.** La medicina veterinaria no cuenta con una clasificación universal de las neumonías por lo que profesionales usan con frecuencia una nomenclatura poco aplicable a la clínica de campo. Por ejemplo, algunos usan términos en base a un posible agente etiológico como seria neumonía viral o neumonía bacteriana, etc. En otras ocasiones se utilizan términos epidemiológicos como neumonía enzóotica, pleuroneumonía contagiosa, fiebre de embarque, etc. El mérito de toda clasificación depende en gran medida de su utilidad práctica para el clínico especialista en medicina de los bovinos. En las últimas décadas se ha popularizado en muchas partes de mundo una clasificación sencilla basada primordialmente en los cambios morfológicos observados visualmente durante la necropsia (cambios macroscópicos). La clasificación morfológica se basa en el tipo y localización de las lesiones en el pulmón y le permite al veterinario predecir con cierto grado de confiabilidad la etiología más probable y por lo mismo le facilita enviar muestras y solicitar específicamente las pruebas confirmatorias en el laboratorio de diagnóstico. También le permite al veterinario saber cuál fue la probable ruta de entrada del patógeno en el animal y entender hasta cierto punto la patogénesis de la enfermedad. Es importante recordar que diagnosticar el tipo de una neumonía únicamente por los signos respiratorios es muy difícil pues existe una variedad grande de "imitadores" de neumonía en los bovinos.

La clasificación morfológica es simple y se basa en el tipo y la localización del exudado o inflamación en los pulmones la cual es aplicable a todos los animales domésticos. De acuerdo a la localización y tipo de exudado las neumonías en animales domésticos se clasifican en cinco diferentes tipos morfológicos:

1. Bronconeumonía Supurativa;
2. Bronconeumonía Fibrinosa;
3. Neumonía Intersticial
4. Neumonía Embólica;
5. Neumonía Granulomatosa.

Esta clasificación morfológica es relativamente sencilla de utilizar permitiéndole al especialista en bovinos sospechar al momento preciso de la necropsia si la neumonía pudiese ser causada por una bacteria, por un virus, por un hongo, o por algún un mecanismo no-infeccioso como sería una intoxicación o hipersensibilidad. Es preciso recordar dos aspectos notables: i.- dos tipos distintos de neumonía pueden coexistir simultáneamente en el mismo animal; ii.- un tipo de neumonía puede con el tiempo progresar a otro tipo.

Para clasificar una neumonía es necesario primero abrir cuidadosamente al animal y observar en forma detallada la cavidad torácica y los pulmones en el caso de una necropsia; también puede hacerse lo mismo con las vísceras torácicas en un matadero. La diferenciación entre los cinco tipos morfológicos de las neumonías se fundamenta en las siguientes características morfológicas:

a.- Distribución de la lesión neumónica;

b.- Textura del pulmón afectado;

c.- Apariencia del exudado o falta del mismo.

La distribución de la lesión pulmonar se clasifica como craneoventral cuando la lesión afecta selectivamente los lóbulos pulmonares anteriores; la distribución es difusa cuando involucra prácticamente todo el pulmón, o sea lóbulos craneales, intermedios y caudales (diafragmáticos). La lesión es focal cuando se presenta en forma de zonas hemorrágicas pequeñas o nódulos distribuidos al azar en todo un pulmón.

La textura del pulmón afectado puede ser firme, dura, nodular o elástica; la apariencia del exudado puede ser purulenta, fibrinosa o granulomatosa (múltiples nódulos firmes parecidos a tumores). A continuación se describen brevemente las características de los cinco tipos morfológicos de neumonía.

1. Bronconeumonía supurativa

Lo primero que salta a la vista en una bronconeumonía supurativa es su distribución craneoventral (Figura 1). Al abrir al animal o revisarse los pulmones en el matadero se nota claramente que el pulmón afectado involucra claramente los lóbulos anteriores y partes ventrales del pulmón (Figuras 1 y 2). El tejido pulmonar afectado en la bronconeumonía supurativa tiene textura firme (consolidación) al tacto. La firmeza de la textura pulmonar se debe al remplazo del aire normalmente presente en los alveolos con celular inflamatorias, principalmente neutrófilos y macrófagos. A la superficie de corte, se nota prontamente la salida de un exudado purulento (cremoso) de los bronquios, especialmente si se comprime con los dedos el parénquima pulmonar consolidado. A la bronconeumonía supurativa también se le conoce con el nombre de "neumonía lobulillar" debido a que tiende a afectar lobulillos individualmente, algo notable en los bovinos que junto con los cerdos tienen una marcada separación de los lobulillos por la presencia de tejido conectivo. Las demás especies domésticas tienen muy poca demarcación de los lobulillos en los pulmones.

Cuando se encuentra una bronconeumonía supurativa se debe sospechar inmediatamente de bacterias, micoplasmas o una combinación de ambos. Estos microorganismos llegan al pulmón con el aire inspirado, o sea, tienen una puerta de entrada aerógena. Ejemplos específicos de microorganismos causantes de bronconeumonía supurativa en bovinos figuran la *Pasteurella multocida, Histophilus somni, Trueperella (Archanobacterium) pyogenes y Mycoplasma bovis*. Debe recordarse que la mayoría de estas bacterias forma parte de la microbiota del bovino y sólo causan una infección secundaria cuando las defensas han sido comprometidas. La bronconeumonía supurativa también puede presentarse en bóvidos después de una aspiración de contenido ruminal o de alguna sustancia o medicamento relativamente "blando."

El pulmón afectado con bronconeumonía supurativa cambia de color (normalmente color rosado) y toma un rojo intenso en casos agudos por la marcada hiperemia; posteriormente con la cronicidad el pulmón afectado toma un color gris (moco, atelectasia, fibrosis). Como ya se mencionó arriba, el signo cardinal de una bronconeumonía supurativa es la presencia de exudado purulento-supurativo en los bronquios intrapulmonares. Se es-

tima que para que un bovino muera a causa de una bronconeumonía supurativa es necesario tener al menos el 60% de los pulmones afectados.

Las secuelas más comunes en una bronconeumonía supurativa son las adherencias pleurales, abscesos, la bronquiectasia y la atelectasia pulmonar. Las adherencias pleurales están formadas por bandas de tejido fibroso el cual une firmemente la pleura visceral (pulmón) con la pleura parietal (costillas). Otra secuela común de la bronconeumonía supurativa son los abscesos los cuales siguen la misma distribución de la bronconeumonía, o tienen una distribución craneoventral.

La bronquiectasia (bronquiectasis) es una séquela muy grave de la bronconeumonía supurativa y sus efectos suelen ser catastróficos para el bovino a largo plazo. La bronquiectasia consiste en una dilatación permanente e irreversible de los bronquios como consecuencia de la destrucción de las paredes bronquiales. El pulmón afectado con bronquiectasia toma una apariencia nodular o *bocelada* (*empujado de orfebrería*) y al corte se ve abundante exudado purulento disecado rodeado por restos necróticos de la pared bronquial. Muchas veces la bronquiectasia y los abscesos se confunden macroscópicamente por lo que se requiere de histopatología para confirmar este diagnóstico. Los abscesos tienen poca importancia clínica comparado la bronquiectasia, debido a que en esta última se presenta a una falla ventilatoria severa causada por la destrucción completa de los bronquios en bronquiectasia.

2. Bronconeumonía Fibrinosa

La bronconeumonía fibrinosa también se conoce con los nombres de *pleuroneumonía* porque siempre afecta la pleura y también como *neumonía lobar* porque afecta a todo el lóbulo pulmonar, no solo a los lobulillos. Al abrir el animal se nota inmediatamente la presencia de cantidades abundantes de fibrina (material amarillo) sobre la pleura de las porciones craneoventrales de pulmón (Figuras 1 y 2). Es importante recordar que el exudado de fibrina se forma en los tejidos cuando el fibrinógeno normalmente presente en la sangre se escapa debido a daño en los capilares sanguíneo. La salida de fibrina presupone siempre un daño severo al tejido pulmonar.

A la superficie de corte, el pulmón con neumonía fibrinosa se siente pesado, tiene un color rojo oscuro y a la superficie de corte el parénquima pulmonar presenta una clásica separación de los lobulillos pulmonares. Esta separación se debe al ensanchamiento del estroma entre los lobulillos, el cual está ocupado en gran medida por los vasos linfáticos del pulmón.

La bronconeumonía fibrinosa es el resultado de infecciones por bacterias que típicamente producen un daño severo a los bronquiolos y alveolos (necrosis). La puerta de entrada de estos microrganismos al pulmón es también aerógena. Ejemplo de bacterias causantes de bronconeumonía fibrinosa en bovinos figuran principalmente la *Mannhemia haemolytica* y el *Histophilus somni*, pero también puede encontrarse después de la aspiración de sustancias causticas o muy irritantes en los bovinos (mal entubado). Una importante causa de bronconeumonía fibrinosa es el "*Mycoplasma mycoides* spp *mycoides* small colony type," el agente responsable de la enfermedad conocida como Pleuroneumonía (Perineumonía) Contagiosa Bovina. Esta enfermedad ocurre primordialmente en los continentes africanos y asiático, por lo que se considera exótica en Europa y América y es de notificación obligatoria en la OIE.

Las bacterias causantes de bronconeumonía fibrinosa poseen potentes toxinas como es el caso de la *Mannheimia haemolytica*. A diferencia de la bronconeumonía supurativa, la muerte de un bovino por bronconeumonía fibrinosa puede ocurrir en casos donde menos del 50% del parénquima está afectado debido a que este tipo de neumonía va generalmente acompañada de una toxemia severa o por sepsis.

La apariencia morfológica (visula) de la bronconeumonía fibrinosa es muy característica y se identifica fácilmente por consolidación craneoventral y la presencia de abundante fibrina en la pleura. El pulmón afectado tiene al tacto una textura dura y en superficie de corte se observan generalmente áreas irregulares de necrosis del parénquima pulmonar y separación de los septos interlobulillares lo que le confiere al pulmón afectado una apariencia "marmoleada."

Cuando los animales sobreviven la fase aguda de la bronconeumonía fibrinosa desarrollan "secuestros pulmonares" los cuales consisten en extensas porciones necróticas de parénquima pulmonar separadas por tejido conectivo (fibrosis) del resto del pulmón. Los bovinos con neumonía fibrinosa generalmente muestran a la necropsia además de fibrina una efusión pleural (hidrotórax). Otras secuelas comunes en la bronconeumonía fibrinosa son las adherencias pleurales y en algunos casos gangrena pulmonar. Las adherencias pluerales son exuberantes, formadas primero por capas gruesas de fibrina la cual es eventualmente remplazada por tejido. La gangrena pulmonar ocurre cuando el tejido pulmonar necrótico es colonizado por bacterias saprófitas.

3- Neumonía Intersticial

La neumonía intersticial es sin duda el tipo morfológico más difícil de identificar o confirmar durante una necropsia. Lo primero que se nota al abrir el tórax es la ausencia de colapso o retracción del pulmón. Esta retracción del pulmón es normalmente visible en un animal sano debido a la entrada de aire al tórax acompañada de perdida la presión negativa en la cavidad torácica. La neumonía intersticial tiene una distribución difusa o sea afecta a todos los lóbulos pulmonares, pero lo que la hace visualmente distintiva son la presencia de impresiones costales en la superficie pleural (Figura 1). La textura del pulmón es elástica (textura de hule) en casos agudos o "carnosa" en casos crónicos. En ningulo de los casos se observa exudado purulento o fibrinoso en el pulmón, solo se ve con frecuencia edema pulmonar (espuma en bronquios).

Los cambios de color y textura en la neumonía intersticial son poco marcados por lo que en casos sospechosos se recomienda fijar pulmón para confirmación histopatológica. Las neumonías intersticiales van frecuentemente acompañadas de edema, enfisema o en algunos casos de bronconeumonía. La puerta de entrada al pulmón en las neumonías intersticiales puede ser tanto hematógena (septicemias, viremias, toxinas o tóxicos en sangre) o aerógena ("virus respiratorios"), inhalación de alérgenos o ingestión de substancias neumotóxicas.

Las neumonías intersticiales en bovinos son por lo general causadas por los llamados virus respiratorios como son el Pareinfluenza-3, Herpesvirus bovino-1 (RBI), Virus Respiratorio Sincitial Bovino (VRSB) y Coronavirus bovino (CoVB). Estas infecciones virales respiratorias causan además de la neumonía intersticial una disminución severa de los mecanismos de defensa del pulmón predisponiendo a una bronconeumonía secundaria por bacterias, tal es el caso de la Mannheimiosis. La inclusión del virus de la diarrea viral bovina (DVB/BVD) como un virus respiratorio ha sido motivo de gran controversia, pues por lo general este virus no causa lesiones en el pulmón como es el caso de los verdaderos virus respiratorios.

Otras causas importantes pero menos comunes de neumonía intersticial en bovinos son debidas a la ingestión de agentes tóxicos como es el caso de la enfermedad llamada Edema y

Enfisema Pulmonar Bovino causado por la ingestión de pastos ricos en el aminoácido triptófano. Neumonía intersticial también ocurre en casos de intoxicación por herbicidas como el "paraquat, y también en la llamada "Neumonitis Alérgica Extrínseca" (pulmón de granjero) cuando el pulmón del bovino se hipersensibiliza a la inhalación de esporas del hongo *(Sacchapolyspora rectivirgula*). Estas esporas se encuentran comúnmente en heno o ensilado enmohecido.

En el algoritmo clásico en el diagnóstico de neumonía intersticial debe ser primero debe sospechando de etiología viral (IBR, VRSB, PI-3), si la prueba de laboratorio para virus es negativas, debe entonces investigarse la posibilidad de causas toxicas o inmunológicas.

Es imperativo enfatizar que las neumonías intersticiales en los bovinos son por lo general leves y transitorias, su principal efecto nocivo es facilitar la colonización del pulmón por bacterias oportunistas. En algunos casos severos las lesiones alveolares causadas por ingestión de un toxico o por hipersensibilidad en el bovino pueden progresar a fibrosis intersticial produciendo signos respiratorios crónicos con pérdida de peso corporal.

4- Neumonía Embólica

El veterinario debe sospechar de neumonía embolica cuando encuentra en la necropsia del bovino numerosas lesiones multifocales distribuidas al azar en todos los lóbulos pulmonares (Figuras 1 y 2). Como su nombre indica, este tipo de neumonía morfológica se debe a émbolos de bacterias presentes en la circulación sanguínea. La puerta de entrada es obviamente hematógena. Lo más importantes para el veterinario es tratar de encontrar cuales es el origen de los émbolos. Ejemplos de enfermedades que se manifiestan con una neumonía embólica figuran la endocarditis vegetativa (lado derecho del corazón), ruptura de abscesos hepáticos hacia la vena cava, onfaloflebitis en becerros, tromboflebitis yugular por inyecciones mal puestas. La patogénesis básica es la presencia de émbolos circulantes los cuales se adhieren a la pared de los capilares pulmonares y evaden la fagocitosis intravascular. En términos generales, los infartos pulmonares y la neumonía embólica son similares, excepto que esta última, los émbolos son generalmente sépticos.

Durante la necropsia el veterinario encontrará la presencia de focos de inflamación de tamaño en varios o todos los lóbulos pulmonares (Figuras 1 y 2). Esto focos varían en apariencia de acuerdo a la cronicidad de la lesión. En los casos agudos aparecen con un centro blanquecino rodeado de un halo hiperémico o hemorrágico. En los casos más avanzados aparecen como pequeños abscesos con o sin focos de necrosis. Al momento de la necropsia, es importante revisar cuidosamente otros órganos como hígado y corazón derecho para determinar el origen primario de las embolias pulmonares.

Las secuelas comunes de neumonía embólica son abscesos pulmonares distribuidos al azar en todos los lóbulos pulmonares. En algunos casos, particularmente en ganado adulto, los absceso pueden destruir las paredes de vasos sanguíneos mayores causando muerte súbita por hemorragia y trombosis pulmonar.

5- Neumonía Granulomatosa

En este tipo morfológico de neumonía las lesiones son multifocales caracterizadas por la presencia de nódulos (granulomas) pulmonares (Figura 1). Es imprescindible palpar cuidadosamente los pulmones para detectar estas modulaciones. Las neumonías granulomatosas pueden tener una puerta de entrada aerógena o hematógena

La neumonía granulomatosa la causa agentes patógenos que no pueden ser fácilmente destruidos por la fagocitosis. Ejemplos de enfermedades que se manifiestan con este tipo morfológico de neumonía figuran: la tuberculosis, micosis sistémicas (profundas), algas en agua estancada (*Prototheca sp*, *Chrorella sp*), al igual que en parásitos aberrantes en pulmón y larvas migratorias. Es importante notar que en las neumonías granulomatosas casi siempre es posible observar microscópicamente el agente causal mediante tinciones especiales como Ziehl-Neelsen y PAS.

La neumonía granulomatosa tiene por lo general un curso crónico manifestándose clínicamente por dificultad respiratoria, debilidad, emaciación y caquexia. En la mayoría de los casos los granulomas se presentan también en otros órganos parenquimatosos como hígado, riñón y sobre todo en los nodos linfáticos. La neumonía granulomatosa puede fácilmente ser confundidas con neoplasias pulmonares por lo que se recomienda la histopatología.

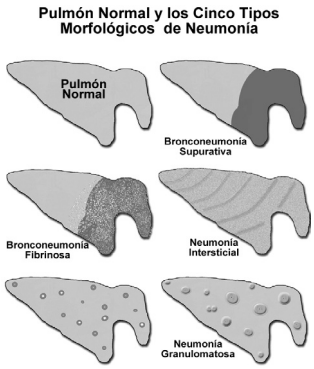
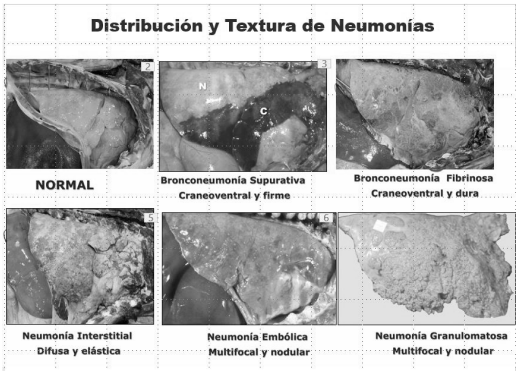


Figura 1. Distribución de las lesiones en el pulmón del bovino para los diferentes tipos morfológicos de neumonía en bovinos. Vista lateral del pulmón derecho en decúbito lateral con la cabeza del animal hacia el lado derecho de la imagen.



EFECTO DEL CONSUMO DE PROTEÍNAS SOBRE LA SALUD

Dra. Rocio Mateo

RESUMEN

El efecto del consumo de proteína en diferentes aspectos de la salud ha centrado el foco de la comunidad científica en los últimos años. Estudios sobre el balance nitrogenado pusieron de manifiesto, hace ya décadas, que un consumo de 0,8 g/kg/día de proteínas era suficiente para cubrir los requerimientos proteicos en humanos. Sin embargo, las evidencias científicas de los últimos años revelan que un consumo superior tiene una repercusión fisiológica muy relevante e induciría beneficios ponderales, ayudando a conseguir y mantener un peso corporal adecuado, al mejor mantenimiento de la masa muscular y asociaría, incluso, beneficios sobre parámetros cardiometabólicos. Estos parámetros incluyen la tensión arterial, el perfil lipídico (muy especialmente los triglicéridos), el metabolismo de la glucosa o la funcionalidad del tejido adiposo, entre otros. Estos hallazgos son independientes al efecto ponderal y el beneficio parece ser extensible a la prevención de morbimortalidad cardiovascular como el ictus. En un estudio publicado en junio de 2017, Ozawa y cols. establecieron que el riesgo de ictus disminuyó en un 40% (IC 95%: 12-59%) en sujetos con mayor consumo de proteína vegetal, en comparación con aquellos sujetos que ingerían una menor cantidad, de forma independiente a otros factores. El efecto protector era similar con consumo de proteína animal presentando un 53% (IC 95%: 4–77%) menor riesgo de hemorragia intracerebral aquellos sujetos con un mayor consumo de este nutriente. En este sentido, la fuente proteica parece jugar un papel fundamental en los efectos fisiológicos inducidos por las proteínas. Más allá de la matriz alimentaria, el tipo de aminoácidos que constituyen la proteína, determinando el valor biológico de la misma, o incluso la presencia de determinadas secuencias de los mismos (como los péptidos bioactivos hallados en los lácteos) tiene un impacto esencial en los efectos hallados de la proteína sobre la salud. Establecer la cantidad de proteína, así como la calidad y las características de la misma, los mecanismos que vehiculizan estos efectos, son aspectos aún pendientes de dilucidar, con el objetivo final de trasladar estas evidencias a recomendaciones nutricionales a la población general.

SEDACIÓN Y ANESTESIA GENERAL BOVINA

Reza Seddighi, DVM, MS, PhD, Dip ACVAA

INTRODUCCIÓN

La anestesia general de rumiantes tiene muchas posibilidades de riesgos potenciales inherentes, por lo tanto, muchos procedimientos en vacas lecheras se realizan en posición de pie con leve limitación física con la ayuda de anestesia local o regional. Sin embargo, la manipulación de los toros y el ganado vacuno puede requerir restricciones físicas más sustanciales y tienen más probabilidades de requerir sedación. Además, el ganado de carne usualmente requiere mayores dosis de fármacos anestésicos y sedantes que el ganado lechero. Idealmente, cuando se planifica el plano de anestesia quirúrgica, debe colocarse un tubo endotraqueal en su lugar para proteger las vías respiratorias, pero esto no es siempre posible en condiciones de campo.

PREPARACIONES Y CONSIDERACIONES PRE ANESTÉSICAS

El Ayuno

En los bovinos adultos sometidos a procedimientos electivos, especialmente si se planea utilizar la anestesia general, el alimento debe ser retenido durante 24 a 48 horas, y el agua durante 12 a 18 horas, dependiendo del tamaño del animal y el procedimiento a realizar. El ayuno disminuye la probabilidad de la regurgitación, y al disminuir la masa del contenido ruminal, atenuará los efectos de la compresión del sistema respiratorio en el animal yacente.

Protección de las vías respiratorias

La intubación endotraqueal es la manera ideal para proteger las vías respiratorias de los animales anestesiados, pero no es generalmente práctico bajo condiciones de campo. Sin embargo, si el animal está en decúbito lateral, el riesgo de regurgitación pasiva puede reducirse elevando la porción proximal del cuello con relleno e inclinando la cabeza hacia abajo para facilitar el drenaje de la saliva y la regurgitación de material procedente de la cavidad bucal. En animales adultos, la intubación se realiza más fácilmente colocando inicialmente una mordaza en la boca y pasando un tubo de estómago de tamaño adecuado en la tráquea con la mano. El tubo estomacal sirve como una guía en la que se pasa el tubo endotraqueal; se infla el manguito del tubo endotraqueal y se retira el tubo del estómago.

Ruta de Administración de Medicamentos

La vía intravenosa es el método más efectivo de administración en términos de biodisponibilidad y comienzo de la acción. Sin embargo, la vía intravenosa no siempre es práctica bajo condiciones de campo, especialmente cuando se trata de grandes bóvidos indisciplinados; en estos animales, la vía intramuscular o subcutánea puede ser utilizada inicialmente para lograr la sedación. Las limitaciones de la inyección subcutánea e intramuscular incluyen una biodisponibilidad incompleta, el retraso del inicio de la acción, y el limitado volumen que se puede administrar.

Depresión Respiratoria y Cardiovascular

Los rumiantes son sensibles a las alteraciones inducidas por la anestesia en el sistema respiratorio, y puede desarrollar significativamente un desajuste de ventilación/perfusión. Las características exclusivas del sistema respiratorio en los rumiantes incluyen su menor volumen tidal y frecuencia respiratoria superior en comparación con muchos otros mamíferos de tamaño similar. Por lo tanto, cualquier cambio en la frecuencia respiratoria, volumen tidal, posterior a la sedación o anestesia general, tiene un impacto significativo sobre la función respiratoria. La hipercapnia e hipoxemia son complicaciones comunes en los rumiantes anestesiados con respiración espontánea y estas complicaciones ocurren con complicaciones ocurren con mayor frecuencia y son de mayor magnitud en animales que no han ayunado. Por estas razones, se recomienda la suplementación con oxígeno, especialmente durante un tiempo de anestesia prolongado.

Los efectos relacionados con la anestesia en el sistema cardiovascular son el resultado del efecto depresivo de los fármacos anestésicos y el efecto de decúbito y compresión de las vísceras en el retorno venoso y el gasto cardíaco. Los últimos efectos se agravan en animales en decúbito dorsal y en animales que no hayan ayunado.

Sistema Musculoesquelético

La miopatía y neuropatía periférica son riesgos cuando se inmovilizan animales grandes. La perfusión muscular puede verse comprometida durante el decúbito debido a la hipotensión arterial, presión sobre los músculos dependientes, mal posicionamiento, superficies no compatibles, y períodos prolongados de decúbito. El mantenimiento de una adecuada presión arterial y proporcionar el relleno son medidas preventivas importantes para disminuir el riesgo de neuropatía y miopatía, especialmente en animales grandes. Una ubicación suave o cubierta de hierba y o un buen lecho puede ser la mejor ubicación para anestesiar a grandes rumiantes en condiciones de campo.

Consideraciones reglamentarias sobre el uso de las drogas anestésicas en bovinos

Es muy probable que las directrices reglamentarias en relación con el uso de anestésicos y analgésicos sean diferentes entre países diferentes. Por ejemplo, en los Estados Unidos, el clorhidrato de lidocaína es el único fármaco moderno relacionado con la anestesia aprobado actualmente para su uso en el ganado. Por tanto, la administración de otros sedantes y anestésicos se considera un uso de drogas fuera de protocolo (extralabel). Además, se deben considerar cuidadosamente los períodos de supresión de medicamentos usados comúnmente para los animales utilizados para la producción de leche y de carne. Por lo tanto, se deben seguir cuidadosamente las regulaciones de cada país sobre el uso de drogas analgésico/anestésico y plazos de retirada.

En los Estados Unidos, el The Animal Medicinal Drug Use Clarification Act of 1994 (AMDUCA)

(https://www.fda.gov/animalveterinary/guidancecomplianceenforcement/actsrulesregulations/ucm085377.htm) permite, bajo ciertas condiciones, a los veterinarios prescribir usos fuera de protocolo (extralabel) de determinados medicamentos veterinarios aprobados y de medicamentos para humanos en animales. El uso fuera de protocolo (extralabel) de medicinas se refiere al uso de un medicamento aprobado de forma que no coincide con las instrucciones de las etiquetas. Según AMDUCA cualquier uso fuera de protocolo (extralabel) de un fármaco para animales o para humanos debe ser aprobado por, o siguiendo las instrucciones legales de un veterinario o en el marco de la relación veterinario-cliente-paciente (VCPR).

El uso fuera de protocolo (extralabel) está limitado a las circuns-

tancias en las que la salud de un animal se ve amenazada, o la ausencia de tratamiento puede causar el sufrimiento o la muerte. Esto significa que el uso fuera de protocolo (extralabel) para aumentar la producción no está permitido.

Limitaciones al uso fuera de protocolo (extralabel) según las disposiciones de AMDUCA

Los siguientes usos específicos fuera de protocolo (extralabel) no están permitidos y hacen que el medicamento sea considerado peligroso:

1. El uso extralabel de un nuevo fármaco aprobado para animales o fármaco aprobado para humanos por un profano en la materia (excepto cuando sea bajo la supervisión de un veterinario autorizado).
2. El uso Extralabel un nuevo fármaco para animales o humanos aprobado en o sobre los alimentos de los animal:
3. El uso de un medicamento Extralabel que cause cualquier residuo que pueda presentar un riesgo para la salud pública.
4. El uso Extralabel que cause cualquier residuo por encima de un nivel seguro, concentración segura o tolerancia establecido.

Uso Extralabel en animales de Producción Alimenticia

Hay otras condiciones específicas adicionales, tales como las siguientes, que debe cumplir para el uso *extralabel* de fármacos aprobados para animales o humanos en animales productores de alimentos:

1. No se ha aprobado ningún fármaco animal que esté etiquetado para ese uso y que contenga el mismo ingrediente activo en la forma farmacéutica y concentración, excepto cuando un veterinario considere, dentro del contexto de una válida VCPR, que el fármaco animal aprobada es clínicamente ineficaz para su uso previsto.
2. Antes de recetar o dispensar un fármaco aprobado para animales o humanos para su uso *extralabel* en los animales para alimentación el veterinario debe:

o Hacer un diagnóstico riguroso y una evaluación de las condiciones para las que se utilizará el fármaco;

o Establecer un período de abstinencia considerablemente prolongado antes de la comercialización de leche, carne, huevos, u otros productos comestibles respaldados por la información científica correspondiente, si procede.

o Establecer procedimientos para asegurar que la identidad del animal o de los animales tratados sea cuidadosamente mantenida; y

o Tomar las medidas apropiadas para garantizar que se cumplan los plazos de tiempo asignados para la retirada y que no se produzcan residuos de drogas ilegales en ningún animal productor de alimentos sometido a tratamiento *extralabel*.

Se deben cumplir las siguientes condiciones para que se autorice el uso *extralabel*, en los animales productores de alimentos, de un fármaco aprobado para humanos o fármaco aprobado para su uso en animales no destinados al consumo humano:

1. Este uso debe realizarse de acuerdo con una justificación médica apropiada.
2. Si no se dispone de información científica sobre el aspecto de la seguridad alimentaria humana del uso del fármaco en los animales productores de alimentos, el veterinario debe tomar las medidas apropiadas para asegurar que ni el animal ni sus productos alimenticios van a entrar en la cadena alimentaria humana.

No se permite el uso *Extralabel* de un fármaco aprobado para humanos en animales productores de alimentos si se puede utilizar un fármaco aprobado para su uso en animales productores de alimentos para un uso particular.

Algunos ejemplos de las recomendaciones relativas a los períodos de abstinencia de drogas anestésicas hecha por la Food Animal Drug Residue Avoidance & Databank (FARADIO) se enumeran en la Tabla 1.

Tabla 1.
Intervalos de retirada recomendados de anestésicos comunes/agentes analgésicos en rumiantes

		Intervalos de retirada (d)
Fármaco	Ruta de administración	Leche Carne
Acepromazina	IV o IM	7 2
Butorfanol	IV o IM	5 (2 para ovejas) 3(2 para ovejas)
Detomidine	IV o IM	3 3
La Guaifenesina	IV	3 2
Ketamina	IV o IM	3 3 (2 d)
Lidocaína	SC (volumen >20 mL)	4 (1 d) 3 (1 d)
Tolazoline	IV o IM	8 2
Xilazina	IV o IM	4 (5), (5–10) 1 (3), (3–5)
Yohimbina	IV	7 3

De: R Seddighi TJ y Doherty (2016): Field sedation and anesthesia of ruminants. Vet Clin Food Anim 32 (2016) 553–570.

MEDICAMENTOS UTILIZADOS PARA LA NMOVILIZACIÓN QUÍMICA DE LOS BOVINOS

Receptores adrenérgicos Alpha 2

Los principales miembros de este grupo son la xilazina, dexmedetomidina, romifidina y detomidina. La Xilazina está autorizada para su uso en el ganado bovino en los Estados Unidos y muchos otros países, y es el sedante más comúnmente usado para la inmovilización química de los rumiantes. Un aspecto importante de los receptores adrenérgicos alfa-2 es la disponibilidad de los antagonistas.

Cabe señalar que la sedación inducida por los miembros de este grupo supera sus efectos analgésicos, y la administración de xilazina, en comparación con otros fármacos de este grupo, da como resultado un menor tiempo de sedación y analgesia. Los rumiantes son mucho más sensibles a los efectos sedantes de xilazina que los caballos; la dosis de xilazina en rumiantes es generalmente un décimo de la dosis utilizada en los caballos, y también resulta en una sedacción más profunda. Sin embargo, este no es el caso de otros agonistas alfa-2 para los que la dosis del fármaco es similar a la que se utiliza en los caballos. Parece también que algunas razas, especialmente Brahman, son más sensibles que otras a los efectos sedantes de la xilazina. En la tabla 2 se enumeran algunas recomendaciones para la selección de dosis para receptores adrenérgicos Alfa-2.

Tabla 2. Dosis de receptores adrenérgicos alfa-2 comúnmente usados en rumiantes					
	Ruta de				
Fármaco	Administración	Bovinos adultos	Terneros	Ovejas	Cabra
Xilazina (mg/kg).	IV	0,05-0,1	0,05-0,1	0,05-0,1	0,02-0,05
	IM	0,1-0,3	0,1-0,3	0,1-0,2	0,05-0,1
Dexmedetomidina (mg / kg)	IV	1-5	5-10	5-10	5-10
	IM	5-20	10-30	10-30	10-30
Detomidina (mg/kg)	IV	3-10	3-30	3-20	5-20
	IM	10-20	30-40	20-30	20-30
Romifidine (mg/kg)	IV	3-20	3-50	3-40	3-40
	IM	20-40	50-100	40-80	40-80

De: R Seddighi TJ y Doherty (2016): Field sedation and anesthesia of ruminants.

Vet Clin Food Anim 32 (2016) 553–570.

La xilazina y otros agonistas Alpha_2 tienen numerosos efectos adversos que requieren una consideración especial. Los principales efectos adversos se enumeran a continuación:

- Sistema pulmonar: Los pequeños rumiantes son particularmente sensibles a los efectos pulmonares de los agonistas alfa-2. La activación de los macrófagos intravasculares pulmonares (PIMs) es la razón principal de los efectos adversos de los agonistas alfa-2 en el sistema pulmonar. Una vez activado, PIMs liberan prostaglandinas y otras sustancias vasoactivas; esto puede provocar edema alveolar, un aumento de la presión transpulmonar, una disminución de la elasticidad pulmonar y congestión pulmonar.
- Sistema reproductivo: Los agonistas alfa-2, especialmente la xilazina, aumentan el tono del útero grávido y restringen el sistema vascular uterino, resultando en una disminución en el flujo sanguíneo uterino, y una disminución de la presión parcial del oxígeno fetal y materna. Por lo tanto, su uso durante el último trimestre puede provocar un parto prematuro o hipoxemia fetal.
- Sistema gastrointestinal: Los agonistas alfa-2 disminuyen la motilidad gastrointestinal, secundaria a la inhibición de la liberación de acetilcolina, y esto puede contribuir a un tapón ruminal. En el ganado vacuno y ovino, la detomidina y xilazina inhibieron las contracciones del rumen, y esto se tradujo en un tapón ruminal. Este último efecto fue eliminado por la administración del antagonista tolazolina.

Las fenotiazinas

La Acepromazina es el agente más utilizado en este grupo. La Acepromazina tiene un principio de acción retardada en comparación con xilazina; el efecto máximo después de la administración intravenosa puede tardar de 15 a 20 minutos, y la duración de acción puede ser de 4 a 6 horas. La Acepromazina tiene efectos respiratorios mínimos y puede causar una hipotensión arterial, particularmente en dosis más altas o en animales hipovolémicos. La Acepromazina carece de efectos analgésicos, y su efecto sedante es menor que el de la Xylazina. Por lo tanto, es mejor utilizarla combinándola con otros fármacos para lograr un efecto clínicamente significativo.

Benzodiazepinas

Los miembros de esta familia incluyen el midazolam, diazepam y zolazepam. El Zolazepam está comercialmente disponible sólo en combinación con tiletamina en el producto "Telazol®". Estos medicamentos actúan sobre los receptores GABA y, en la mayoría de los animales, su administración produce sedación y relajación muscular; sin embargo, cuando se utiliza solo en animales sanos, pueden provocar excitación paradójica. Se recomienda administrar el diazepam por vía intravenosa, ya que no es soluble en agua, y la administración intramuscular puede estar asociada con la irritación de los tejidos y la absorción errática.

Los benzodiacepinas tienen efectos mínimos sobre los sistemas cardiovascular y respiratorio y puede utilizarse para la sedación en los pequeños rumiantes y terneros como único fármaco, pero se utilizan preferiblemente en combinación con otros agentes. El uso de benzodiazepinas en el ganado para la sedación permanente no es recomendado, principalmente por el riesgo de inducir la ataxia y decúbito; sin embargo, los efectos relajantes de los músculos son útiles cuando se combinan con ketamina para la inducción de la anestesia.

Opioides

La sedación y la analgesia son los efectos clínicos deseados de opioides, efectos excitatorios y cambios conductuales han sido asociados con la administración del butorfanol a los rumiantes. Sin embargo, es más probable que se produzcan efectos excitatorios si se administran opioides en dosis más altas por vía intravenosa a animales no sedados. La morfina es un agente analgésico más eficaz y se recomienda para más procedimientos más dolorosos.

ENGLISH VERSION ▾

BOVINE FIELD RECUMBENCY AND GENERAL ANESTHESIA

Reza Seddighi, DVM, MS, PhD, Dip ACVAA

INTRODUCTION

Handling of bulls and beef cattle may require more substantial physical restraint and are more likely to require heavy sedation or general anesthesia. When surgical plane of anesthesia is intended, ideally an endotracheal tube should be in place to protect the airway, but this may not always be feasible under field conditions.

PREANESTHETIC PREPARATIONS AND CONSIDERATIONS

Fasting

In adult cattle undergoing elective procedures, particularly if general anesthesia is intended, feed should be withheld for 24 to 48 hours, and water for 12 to 18 hours, depending on the size of the animal and the procedure to be performed. Fasting decreases the likelihood of regurgitation, and by decreasing the mass of the ruminal contents, will ameliorate the effects of compression of the respiratory system in the recumbent animal.

Airway Protection

Endotracheal intubation is the ideal way to protect the airway of anesthetized animals, but it is not generally practical under field conditions. Nevertheless, if the animal is in lateral recumbency, the risk of passive regurgitation can be decreased by elevating the proximal portion of the neck using padding and tilting the head downward to facilitate drainage of saliva and regurgitated material from the oral cavity. In adult cattle, intubation is performed most easily by initially placing a mouth gag and passing a suitably sized stomach tube into the trachea using one's hand.

The stomach tube serves as a guide over which the endotracheal tube is passed; the cuff of the endotracheal tube is then inflated and the stomach tube removed.

Route of Drug Administration

The intravenous route is the most effective method of administration in terms of bioavailability and onset of action. However, the intravenous route may not always be practical under field conditions, especially when dealing with unruly large bovines; in these animals, the intramuscular or subcutaneous route can be used initially to achieve sedation. The limitations of intramuscular and subcutaneous injection include incomplete bioavailability, delayed onset of action, and the limited volume that can be administered.

Respiratory and Cardiovascular Depression

Ruminants are sensitive to anesthetic-induced alterations in the respiratory system, and may significantly develop ventila- tion/perfusion mismatch. Unique features of the respiratory system in ruminants include their smaller tidal volume and higher respiratory rate in comparison with many other similarly sized mammals. Therefore, any change in the respiratory rate or tidal volume, subsequent to heavy sedation or general anesthesia, has a significant impact on respiratory function. Hypercapnia and hypoxemia are common complications in anesthetized, spontaneously breathing ruminants, and these complications occur more frequently and are of greater magnitude in nonfasted animals. For these reasons, oxygen supplementation is recommended, especially during prolonged anesthesia.

Anesthetic-related effects on the cardiovascular system result from the depressant effect of anesthetic drugs, and the effect of recumbency and compression by viscera on venous return and cardiac output. The latter effects are compounded in animals in dorsal recumbency and in nonfasted animals.

Musculoskeletal System

Myopathy and peripheral neuropathy are risks when large animals are immobilized. Muscle perfusion may be compromised during recumbency due to arterial hypotension, pressure on dependent muscles, poor positioning, noncompliant surfaces, and prolonged periods of recumbency. Maintaining adequate arterial blood pressure and providing padding are important preventive measures to decrease the risk of neu- ropathy and myopathy, particularly in large animals. A soft, grassy location or a well- bedded stall may be the best location for anesthetizing large ruminants under field conditions.

INDUCING RECUMBENCY AND GENERAL ANESTHESIA IN CATTLE

When recumbency is intended, particularly for general anesthesia, fasting the animal reduces the risk of regurgitation and ruminal tympany. Adult cattle are fasted for 24 to 48 hours prior to general anesthesia. In addition, for repeated intravenous injections, placement of a jugular catheter is recommended. It is important that the site chosen for induction of recumbency provides adequate footing and padding for the animal. A soft, grassy area or a well-bedded stall are probably the best options.

Drug regimen used to induce recumbency and general anesthesia will depend on the intended purpose, type of patient, available drugs and facilities, and personal preference. Even if general anesthesia is induced, it is usually beneficial to also perform a local or regional block to anesthetize the surgical site to increase patient comfort in recovery, and help to prevent the animal from responding to surgical manipulation.

Drugs used to cause recumbency in cattle

Xylazine

Xylazine can be used as a sole agent to induce recumbency for performing nonpainful procedures, or it can be combined with local anesthesia for more invasive procedures. Most dairy cattle will become recumbent with xylazine doses of 0.05 to 0.10 mg/kg intravenously, and the dose is generally doubled for intramuscular administration. In general, beef cattle, and certainly boisterous cattle, require bigger doses of xylazine. Inducing recumbency in a xylazine-sedated animal is facilitated by the use of a casting rope.

Ketamine-xylazine-butorphanol

If the doses of individual drugs are increased over those used for standing restraint, the ketamine stun can be used to induce recumbency and deep sedation, and, when combined with local or regional anesthesia, it is practical for performing some surgical procedures. To induce recumbency and deep sedation in an adult bovine (500–600 kg), IV administration of 20 mg butorphanol, 25 mg xylazine, and 250 to 500 mg ketamine (20/25/250-500 combination) are used in the authors' practice. The duration of sedation and recumbency can be extended by administering half of the initial dose of ketamine alone or combined with 10 to 20 mg xylazine. Doses of xylazine and ketamine are doubled if the intramuscular route is chosen.

Xylazine-ketamine

The following combinations of xylazine and ketamine are recommended:

- Xylazine (0.1 mg/kg- IV) and ketamine (2 mg/kg- IV): Results in a short duration (10–15 minutes) of surgical anesthesia.
- Xylazine (0.1–0.2 mg/kg- IM), and ketamine (2 mg/kg- IV) (after sedation). Diazepam or midazolam (0.025–0.05 mg/kg) may be administered with ketamine to improve muscle relaxation, especially if endotracheal intubation is planned.
- Xylazine (0.2 mg/kg) and ketamine (3–4 mg/kg- IM): Provides a longer duration (15–30 minutes) of surgical anesthesia. The duration can be extended by administering ketamine (1–2 mg/kg) and xylazine (0.02–0.04 mg/kg), IV.
- An opioid, butorphanol (0.02–0.04 mg/kg), or morphine (0.05–mg/kg) can be added to either of these drug protocols.

Ketamine-Xylazine Infusion

- 50 mg xylazine and 1.0 to 1.5 g ketamine added to 1 L electrolyte solution can be used for maintenance of surgical anesthesia for 60 minutes.

Telazol-Xylazine

Telazol has minimal muscle relaxing properties and is best combined with other drugs:

- To immobilize large bulls (800 kg): Adding 500 mg xylazine to TZ and use 3 to 5 mL of the mixture, depending on the size and demeanor of the animal, IM. Results in 45 minutes of immobilization, and the recovery is smooth.
- Add 100-150 mg of xylazine + 4- 3.5 mL ketamine to Telazol.

Ketamine-xylazine-guaifenesin infusion (triple-drip)

This mixture can be used to induce anesthesia or maintain a state of general anesthesia.

Guaifenesin is used for its muscle-relaxing effects and does not appear to have clinically significant anesthetic actions. Guaifenesin is irritant to tissues; thus, perivascular leakage must be avoided.

Induction of anesthesia with triple-drip: 50 mg xylazine and 1.0 to 1.5 g ketamine added to 1 L of 5% guaifenesin solution.

Maintenance of anesthesia with triple-drip: The above triple-drip combination should maintain a surgical plane of anesthesia in an adult bovine (500–700 kg) for approximately 60 minutes.

Guaifenesin may be purchased in bulk as a powder, and it can be made into a 5% solution and autoclaved in preparation for clinical use.

Table 4
Examples of drug(s) and drug combinations for inducing recumbency or general anesthesia in adult cattle

Drug(s)	Estimated Body Weight (kg)	Total mg of Each Drug	Route of Administration	Duration of Effect (min)	Comments
Xylazine	500–600	25–50	IV	10–15	Generally induces recumbency Facilitates casting with ropes, if necessary
	500–600	50–100	IM	10–20	
Xylazine/ketamine	500–600	50/1000	IV	10–15	Short period of general anesthesia Top-up doses of ketamine (1–2 mg/kg) with xylazine (0.02–0.04 mg/kg) slowly IV to prolong effect
	500–600	100/2000	IM	15–30	
Butorphanol/xylazine/ ketamine	500–600	20/25/250	IV	20–30	Heavy sedation; Dose of ketamine can be increased to 500 mg to prolong recumbency
Telazol/xylazine	≥800	Reconstitute 500 mg Telazol with 500 mg xylazine and give 3–5 mL	IM	30–45	Heavy sedation with longer duration of recumbency and immobilization
Telazol/xylazine/ketamine	Wild/aggressive cattle (600–800 kg)	500/100/400	IM	30–45	Heavy sedation/general anesthesia, depending on animal's demeanor

A summary of the drugs administered for inducing recumbency and/or general anesthesia in adult cattle is included in Table 4.

From: Seddighi R and Doherty TJ (2016): Field sedation and anesthesia of ruminants.

Vet Clin Food Anim 32 (2016) 553–570.

RECOVERY FROM RECUMBENCY AND GENERAL ANESTHESIA IN CATTLE

The site chosen for recovery should provide adequate footing and padding for the animal. Additionally, if deemed appropriate, the alpha-2 portion of the drug combination can be antagonized using a*lpha-2 adrenergic antagonists* including yohimbine, tolazoline, and atipamezole. Tolazoline is the most commonly used member of this group in ruminants. Overdosage or rapid intravenous administration of alpha-2 adrenergic antagonists can lead to adverse effects on the cardiovascular, respiratory, and central nervous system, and these effects can result in death. Although these compounds can be administered intravenously, the authors generally recommend intramuscular administration to decrease the likelihood of causing adverse effects.

REFERENCES

(For Field sedation and General anesthesia) Abrahamsen EJ. Ruminant field anesthesia. Vet Clin North Am Food Anim Pract 2008;24:429–41.

1. Anderson DE, Gaughan EM, DeBowes RM, *et al.* Effects of chemical restraint on the endoscopic appearance of laryngeal and pharyngeal anatomy and sensation in adult cattle. Am J Vet Res 1994; 55:1196–200.
2. Blaze CA, LeBlanc PH, Robinson NE. Effect of withholding feed on ventilation and the incidence of regurgitation during halothane anesthesia of adult cattle. Am J Vet Res 1988; 49:2126–9.
3. Celly CS, Atwal OS, McDonell WN, *et al.* Histopathologic alterations induced in the lungs of sheep by use of alpha2-adrenergic receptor agonists. Am J Vet Res 1999; 60:154–61.
4. Celly CS, McDonell WN, Black WD, *et al.* Cardiopulmonary effects of clonidine, diazepam and the peripheral alpha 2 adrenoceptor agonist ST-91 in conscious sheep. J Vet Pharmacol Ther 1997; 20:472–8.
5. Coetzee JF, Gehring R, Tarus-Sang J, *et al.* Effect of subanesthetic xylazine and ketamine ("ketamine stun") administered to calves immediately prior to castration. Vet Anaesth Analg 2010; 37:566–78.
6. Coulson NM, Januszkiewicz AJ, Dodd KT, *et al.* The cardiorespiratory effects of diazepam-ketamine and xylazine-ketamine anesthetic combinations in sheep. Lab Anim Sci 1989; 39:591–7.
7. Craigmill AL, Rangel-Lugo M, Damian P, *et al.* Extralabel use of tranquilizers and general anesthetics. J Am Vet Med Assoc 1997; 211:302–4.
8. Erhardt W, Kostlin R, Seiler R, *et al.* Respiratory functional hypoxia in ruminants under general anesthesia. Tierarztl Prax Suppl 1985; 1:45–9 [in German].
9. Hodgson DS, Dunlop CI, Chapman PL, *et al.* Cardiopulmonary effects of xylazine and acepromazine in pregnant cows in late gestation. Am J Vet Res 2002; 63: 1695–9.
10. Jansen CA, Lowe KC, Nathanielsz PW. The effects of xylazine on uterine activity, fetal and maternal oxygenation, cardiovascular function, and fetal breathing. Am J Obstet Gynecol 1984; 148:386–90.
11. Kastner SB. A2-agonists in sheep: a review. Vet Anaesth Analg 2006; 33:79–96.
12. Kay RN. The rate of flow and composition of various salivary secretions in sheep and calves. J Physiol 1960; 150:515–37.
13. Leblanc MM, Hubbell JA, Smith HC. The effects of xylazine hydrochloride on intrauterine pressure in the cow. Theriogenology 1984; 21:681–90.
14. Leek BF. Digestion in the ruminant stomach. In: Swenson MJ, Reece WO, editors. Dukes' physiology of domestic animals. 11th edition. Ithaca (NY): Comstock Publishing Associates; 1993. p. 387–416.
15. Levine HD, Dodman NH, Court NH, *et al.* Evaluation of a xylazine–butorphanol combination for use during standing laparotomy in dairy cattle. Agri Pract 1992; 13:19–23.
16. Lin HC, Riddell MG. Preliminary study of the effects of xylazine or detomidine with or without butorphanol for standing sedation in dairy cattle. Vet Ther 2003; 4: 285–91.
17. Lin HC, Thurmon JC, Tranquilli WJ, *et al.* Hemodynamic response of calves to tiletamine-zolazepam-xylazine anesthesia. Am J Vet Res 1991; 52:1606–10.
18. Lin HC, Tyler JW, Wallace SS, *et al.* Telazol and xylazine anesthesia in sheep. Cornell Vet 1993; 83:117–24.
19. Lin HC, Tyler JW, Welles EG, *et al.* Effects of anesthesia induced and maintained by continuous intravenous administration of guaifenesin, ketamine, and xylazine in spontaneously breathing sheep. Am J Vet Res 1993; 54:1913–6.
20. Machado Filho LC, Hurnik JF, Ewing KK. A thermal threshold assay to measure the nociceptive response to morphine sulphate in cattle. Can J Vet Res 1998; 62:218–23.
21. Mortola JP, Lanthier C. Breathing frequency in ruminants: a comparative analysis with non-ruminant mammals. Respir Physiol Neurobiol 2005; 145:265–77.
22. Newman KD, Anderson DE. Cesarean section in cows. Vet Clin North Am Food Anim Pract 2005; 21:73–100.
23. Pascoe PJ, Pypendop BH. Comparative anesthesia and analgesia of dogs and cats. In: Grimm KA, Lemont LA, Tranquilli WJ, et al, editors. Veterinary anesthesia and analgesia. 5th edition. Ames (IA): John Wiley & Sons Inc; 2015. p. 721–1062.
24. Quandt JE, Robinson EP. Nasotracheal intubation in calves. J Am Vet Med Assoc 1996; 209:967–8.

25. Re M, Blanco-Murcia FJ, San Miguel JM, *et al.* Reversible chemical restraint of free-range cattle with a concentrated combination of tiletamine-zolazepam, ketamine, and detomidine. Can J Vet Res 2013; 77:288–92.
26. Rioja E, Kerr CL, Enouri SS, *et al.* Sedative and cardiopulmonary effects of medetomidine hydrochloride and xylazine hydrochloride and their reversal with atipamezole hydrochloride in calves. Am J Vet Res 2008; 69:319–29.
27. Rizk A, Herdtweck S, Offinger J, *et al.* The use of xylazine hydrochloride in an analgesic protocol for claw treatment of lame dairy cows in lateral recumbency on a surgical tipping table. Vet J 2012; 192:193–8.
28. Ruckebusch Y, Allal C. Depression of reticulo-ruminal motor functions through the stimulation of alpha 2-adrenoceptors. J Vet Pharmacol Ther 1987; 10:1–10.
29. Sakamoto H, Misumi K, Nakama M, *et al.* The effects of xylazine on intrauterine pressure, uterine blood flow, maternal and fetal cardiovascular and pulmonary function in pregnant goats. J Vet Med Sci 1996; 58:211–7.
30. Seddighi R, Doherty TJ. Field sedation and anesthesia of ruminants. Vet Clin North Am Food Anim Pract 2016; 32: 553-570.
31. Sinclair MD. A review of the physiological effects of alpha2-agonists related to the clinical use of medetomidine in small animal practice. Can Vet J 2003; 44:885–97.
32. Smith GW, Davis JL, Tell LA, *et al.* Extralabel use of nonsteroidal anti-inflammatory drugs in cattle. J Am Vet Med Assoc 2008; 232:697–701.
33. Steffey EP. Some characteristics of ruminants and swine that complicate management of general anesthesia. Vet Clin North Am Food Anim Pract 1986; 2: 507–16.
34. Valverde A, Doherty TJ. Anesthesia and analgesia of ruminants. In: Fish RE, Brown MJ, Danneman PJ, et al, editors. Anesthesia and analgesia in laboratory animals. London: Academic Press Elsevier; 2008. p. 385–412.
35. Waterman AE, Livingston A, Amin A. Analgesic activity and respiratory effects of butorphanol in sheep. Res Vet Sci 1991; 51:19–23.

DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES HEPÁTICAS EN BOVINOS

Dr. Christian Gerspach

Introducción

Las enfermedades hepáticas son frecuentes en el ganado vacuno. Están más comúnmente asociadas al hígado graso, abscesos hepáticos, endotoxemia, fascioliasis, toxicidades vegetales, toxicidades minerales y hepatitis bacteriana. Si la historia clínica, el examen físico y los resultados de otras pruebas de diagnóstico (por ejemplo, ecografía) sugieren la presencia de enfermedad hepática, un panel bioquímico puede revelar evidencia de lesión hepatocelular, colestasis o insuficiencia hepática. La ecografía puede ayudar a detectar anomalías de los vasos principales (V. cava caudalis, V. portae), tamaño, posición y contenido de la vesícula biliar, y anomalías del parénquima hepático. Se puede hacer una biopsia de hígado para especificar ciertas enfermedades hepáticas, por ejemplo, es el estándar de oro para diagnosticar la lipidosis hepática.

En muchos casos, se necesita una combinación de pruebas para confirmar el diagnóstico.

Ultrasonido

La evaluación del hígado revela hallazgos consistentes con abscesos hepáticos, hígado graso, neoplasia, fascioliasis y enfermedad de los vasos sanguíneos principales. El hígado se encuentra en la pared derecha del cuerpo. El examen se realiza de caudal a craneal, comenzando desde caudal hasta la última costilla, terminando en el quinto espacio intercostal. La vena cava caudal se visualiza en los espacios intercostales duodécimo y undécimo y tiene forma triangular. La vena porta se encuentra entre los espacios intercostales duodécimo a octavo. La vesícula biliar está situada entre el noveno y el undécimo espacio intercostal y aparece como una vesícula llena de líquido con contenido anecoico.

Los abscesos hepáticos se pueden encontrar en todo el hígado. El contenido aparece de anecogénico a hiperecogénico y puede ser homogéneo o heterogéneo. Puede haber uno o varios abscesos de diferente tamaño. Los abscesos individuales se desarrollan en asociación con cuerpos extraños penetrantes del retículo. El retículo y el hígado están situados muy cerca del abdomen craneal. Por lo tanto, los abscesos en el aspecto craneal del hígado (7°-4°espacio intercostal en el lado izquierdo) no deberían pasarse por alto en un examen rutinario del hígado.

Los tumores hepáticos aparecen como estructuras circunscritas simples o múltiples.

La fascioliasis crónica se asocia con conductos biliares calcificados. Las vías biliares son hiperecoicas con sombras distales.

La colestasis obstructiva es una causa de cólicos agudos en el ganado. En el ultrasonido, las vías biliares aparecen dilatadas. Una obstrucción proximal se asocia con conductos biliares dilatados y una obstrucción distal (papila duodenal) se asocia con una dilatación del conducto biliar común y la vesícula biliar. La vesícula biliar se puede agrandar en las vacas anoréxicas, porque no hay ningún estímulo para vaciar la vesícula biliar.

Si la vena cava caudal se dilata, aparece redonda. Las razones de una vena cava caudal dilatada son la insuficiencia cardíaca derecha, la compresión por una masa y la trombosis de la vena.

Pruebas de laboratorio

La actividad de un número de enzimas más o menos específicas del hígado se mide rutinariamente y dependiendo de su ubicación, se pueden concluir ciertas condiciones. Las enzimas, como el aspartato aminotransferasa (ASAT), el glutamato deshidrogenasa (GLDH) y la sorbitol deshidrogenasa (SDH) se están filtrando después de la destrucción de los hepatocitos a la circulación y, por lo tanto, sirven como marcadores para la lesión hepatocitaria. El aumento de la actividad de estas enzimas no es un signo de deterioro de la función hepática. También son muy inespecíficos en términos de un diagnóstico etiológico.

La bilirrubina y la glutamil transferasa (GGT) actúan como marcadores de la función biliar y la colestasis. La albúmina y los factores asociados con la coagulación reflejan la función sintética del hígado.

El ganado con colestasis puede presentar cólicos e ictericia. Más tarde pueden desarrollar fotosensibilización. Si la concentración total de bilirrubina es > 34 µmol/l (normal 0.1-2.9 µmol/l), existe ictericia.

Biopsia de hígado

La biopsia hepática y la evaluación histológica son la mejor manera de diagnosticar la causa y la gravedad de la enfermedad hepática. Las biopsias hepáticas percutáneas se pueden obtener a ciegas o con guía ecográfica. También se puede obtener una biopsia de hígado durante la laparotomía.

El lado de la biopsia percutánea se puede localizar extendiendo una línea craneal horizontal desde la mitad de la fosa paralumbar. Se coloca la aguja donde se cruza la línea del decimoprimer espacio intercostal en el lado derecho. Como complicación, se pueden perforar los intestinos o el pulmón. Estos riesgos se minimizan mediante el uso de la ecografía para encontrar un lugar seguro para la punción. Antes de perforar la piel, el lado debe ser cortado y preparado para la inserción aséptica de la aguja. Se prefiere el uso de 5 ml de lidocaína al 2%. Luego se hace una pequeña incisión con una cuchilla de bisturí, antes de insertar la aguja de biopsia.

La evaluación histológica del tejido hepático, obtenida por biopsia, es fiable si la lesión es difusa. En la lipidosis hepática, la infiltración con grasa es difusa, por lo que una biopsia es representativa de todo el hígado. La cantidad de lípidos en el tejido hepático puede evaluarse bioquímicamente, histopatológicamente o por gravedad específica.

Bibliografía

– En la versión inglesa

ENGLISH VERSION ▾

DIAGNOSTICS OF LIVER DISEASES IN CATTLE

Dr. Christian Gerspach

Introduction

Liver diseases occur frequently in cattle. They are most common associated with fatty liver, liver abscesses, endotoxemia, fascioliasis, plant toxicities, mineral toxicities, and bacterial hepatitis. If history, physical examination and results of other diagnostic tests (e.g. ultrasonography) suggest hepatic disease, a biochemical panel can reveal evidence for hepatocellular injury, cholestasis or hepatic insufficiency. Ultrasonography can help

to detect abnormalities of the major vessels (V. cava caudalis, V. portae), size, position and content of the gall bladder, and abnormalities of the liver parenchyma. A liver biopsy can be taken in order to specify certain liver diseases, for example, it is the gold standard to diagnose hepatic lipidosis.

In many cases, a combination of test is necessary to confirm a diagnosis.

Ultrasound

Assessment of the liver reveals findings consistent with hepatic abscesses, fatty liver, neoplasia, fascioliasis and disease of major vessels. The liver is located at the right body wall. The examination is performed from caudal to cranial, beginning caudal to the last rib, ending at the fifth intercostal space. The caudal vena cava is visualized in the twelfth and eleventh intercostal spaces and has a triangular shape. The portal vein is located in the twelfth to eighth intercostal spaces. The gallbladder is situated between the ninth and eleventh intercostal spaces and appears as a fluid-filled vesicle with anechoic content.

Hepatic abscesses can be found within the whole liver. The content appears anechogenic to hyperechogenic and may be homogeneous or heterogeneous. There can be single or multiple abscesses in varying size. Single abscesses develop in association with penetrating foreign bodies from the reticulum. The reticulum and the liver are situated very closely in the cranial abdomen. Therefore, abscesses at the very cranial aspect of the liver (7^{th}-4^{th} intercostal space on the left side) should not be missed on a routine examination of the liver.

Hepatic tumors appear as single or multiple circumscribed structures.

Chronic fascioliasis is associated with calcified bile ducts. The bile ducts are hyperechoic with distal shadowing.

Obstructive cholestasis is a cause of acute colic in cattle. On ultrasound, the bile ducts appear dilated. A proximal obstruction is associated with dilated bile ducts and a distal obstruction (duodenal papilla) is associated with a dilation of the common bile duct and the gallbladder. The gallbladder can be enlarged in anorectic cows, because there is no stimulus for emptying the gallbladder.

If the caudal vena cava is dilated it appears round. The reasons for a dilated caudal vena cava are right-sided cardiac insufficiency, compression by a mass, and thrombosis of the vena.

Laboratory testing

The activity of a number of more or less liver specific enzymes is routinely measured and depending on their location, certain conditions can be concluded. Enzymes, such as aspartate aminotransferase (ASAT), glutamate dehydrogenase (GLDH) and sorbitol dehydrogenase (SDH) are leaking after destruction of hepatocytes into the circulation and therefore, serve as markers for hepatocyte injury. Increased activity of these enzymes are not a sign for impaired liver function. They are also very unspecific in terms of an etiologic diagnosis.

Bilirubin and γ-glutamyl transferase (GGT) act as markers for biliary function and cholestasis. Albumin and factors associated with clotting reflect the synthetic function of the liver.

Cattle with cholestasis can present with colic and icterus. Later they can develop photosensitization. If the total bilirubin concentration is > 34 µmol/l (normal 0.1-2.9 µmol/l), icterus is present.

Liver biopsy

Liver biopsy and histologic evaluation is the best way in diagnosing cause and severity of liver disease. Percutaneous liver biopsies can be obtained blind or with ultrasonographic guidance. A liver biopsy can also be obtained during laparotomy.

The side for percutaneous biopsy can be located by extending a horizontal line cranial from the middle of the paralumbar fossa. The needle is placed, were the line crosses the 11. Intercostal space on the right side. As a complication, intestines or the lung might be punctured. These risks are minimized by using ultrasonography to find a safe location for puncture. Before puncturing the skin, the side needs to be clipped and prepared for aseptic insertion of the needle. Using 5 ml of 2% lidocaine is preferred. Then a small stab incision is made with a scalpel blade, before inserting the biopsy needle.

The histologic evaluation of liver tissue, obtained by biopsy, is reliable if the lesion is diffuse. In hepatic lipidosis, the infiltration with fat is diffuse, therefore a biopsy is representative for the whole liver. The amount of lipids in liver tissue can be assessed biochemically, histopathologically or by specific gravity.

Literature

– Braun U. Ultrasonography of the liver. Vet Clin Food Anim 25 (2009) 591–609.
– Roussell KE, Roussell AJ. Evaluation of the Ruminant Serum Chemistry Profile. Vet Clin Food Anim 23 (2007) 403–426.

CINCUENTA AÑOS DE INVESTIGACIÓN Y FRUSTRACIÓN EN NEUMONÍAS BOVINAS

Dr. Alfonso López Mayagoitia

Desde hace más de 50 años la neumonía ha sido uno de los problemas más frecuentes y costosos en la ganadería de bovinos, tanto en producción de carne como de leche. A pesar de un sinnúmero de investigaciones realizadas en muchos países, no se ha logrado reducir significativamente la prevalencia, mortalidad y pérdidas económicas causadas por las enfermedades respiratorias. En gran medida esta falta de avances en el control de la neumonía bovina se debe a la muy compleja interacción biológica del pulmón bovino con los agentes infecciosos, el medio ambiente, inmunidad, alimentación y genética animal. A continuación se describen brevemente la evolución del conocimiento a través de los años en la patogénesis de neumonías en bovinos.

Como cualquier membrana en contacto con el medio ambiente, la mucosa del aparato respiratorio de un bovino sano posee una población enorme de microorganismos. Si se envía al laboratorio de microbiología un hisopo tomado asépticamente en las partes profundas de la cavidad nasal o nasofaringe crecerá una variedad gigantesca de bacterias. Esta población heterogénea de microrganismos constituye la flora nasal o microbiota (flora normal) del aparato respiratorio bovino. Según varios estudios, esta población de bacterias solo habita únicamente la región proximal del sistema respiratorio, o sea en la cavidad nasal, nasofaringe y laringe. La mucosa de la tráquea, bronquios, bronquiolos y los alvéolos pulmonares son membranas esencialmente estériles.

Investigaciones clínicas y microbiológicas también demostraron que el tipo y número de bacterias en la microbiota nasal varían considerablemente, no solo entre las distintas especies animales, sino también en el medio ambiente de ciertas regiones geográficas donde habitan los animales. Es importante destacar que algunas bacterias de la flora normal pueden pueden bajo ciertas condiciones invadir el plumón y producir infecciones respiratorias severas en los rumiantes. Un ejemplo este tipo de bacterias es la *Mannheimia haemolytica* el cual habita normalmente en la mucosa nasal del bovino sano, pero también es capaz bajo ciertas circunstancias de producir la llamada "fiebre de embarque" o "mannheimiosis neumónica."

Científicos en Canadá demostraron que la población bacteriana de la flora nasal del bovino no es constante, es dinámica por lo que el número y tipo de microorganismos aumenta mientras otros disminuyen. Las investigaciones también evidenciaron el aumento notable en el número de *Mannheimia haemolytica* en la cavidad nasal cuando los bovinos se sometían al estrés prolongado del transporte. Así mismo, estudios experimentales confirmaron un desplazamiento constante de bacterias nasales hacia las partes profundas de pulmón a través de aire inspirado. Este desplazamiento bacteriano a través del aire inspirado de la tráquea al pulmón incluía también a bacterias potencialmente patogénicas como la *Mannheimia haemolytica.* Además de las bacterias acarreadas en el aire inhalado, el pulmón bovino es hostigado incesantemente por partículas de polvo, polen, fibras, gases (SO_2, NO_2, H_2S,) y vapores. Estos agentes fisicoquímicos son abundantes en el medio ambiente de cualquier rumiante, sea este criado en estabulación, pastizal o cebadero. A pesar de la constante exposición a bacterias y substancias toxicas el pulmón bovino se mantiene sano gracias a sus eficientes mecanismos de defensa.

El principal mecanismo de defensa de la mucosa nasal, traqueal y bronquial lo constituye la alfombra o escalera mucociliar junto con sus secreciones. Esta alfombra la forma el epitelio pseudoestratificado ciliado y las células caliciformes productoras de moco. Cada célula ciliada tiene alrededor de 250 cilios pulsando a una frecuencia estimada de 1,000 pulsaciones/minuto produciendo un movimiento longitudinal promedio de 20 mm/minuto. Muchas partículas y gases inhalados por el bovino son atrapados y eliminados a través del moco. Las turbulencias de aire generadas por la forma espiral de las conchas (cornetes) nasales también facilitan el atrape y expulsión de partículas fuera del aparato respiratorio. Se estima que las partículas mayores de 10 µm son atrapadas en el moco de las conchas nasales mientras que las partículas entre 3-10µm son atrapadas en las bifurcaciones de los bronquios debido al cambio súbito en la dirección del aire inhalado. Las partículas atrapadas en el moco son finalmente son deglutidas por el animal.

Los mecanismos de defensa del aparato respiratorio son notablemente eficientes en atrapar, destruir, eliminar agentes patógenos y para neutralizar gases tóxicos. Estudios experimentales con aerosoles revelaron que el ternero sano es capaz de inhalar dosis masivas de *Mannheimia haemolytica* ($3x10^6$ bacterias/gr de pulmón) sin que estas bacterias logren colonizar el pulmón o causar enfermedad. Sin embargo, cuando se deprimen los mecanismos de defensa, como sucede después de infecciones virales, las bacterias inhaladas fácilmente colonizan el pulmón causando la típica neumonía bacteriana secundaria en los bovinos.

Desde hace muchos años se demostró la importancia de la interacción de virus y bacterias en el pulmón de los bovinos. Históricamente se sabía en medicina human que durante las epidemias de influenza viral muchas personas morían a casusa de una neumonía bacteriana. Esto mismo sucede en los bovinos durante brotes de Herpes bovino-1 (IBR), Virus Respiratorio Sincicial Bovino (BRSV), Parainfluenza-3 (PI-3) y Coronavirus Respiratorio Bovino. Estudios experimentales con aerosoles revelaron que la curva de eliminación (depuración) de *Mannheimia haemolytica* en el pulmón de terneros se reducía notablemente de 5 a 7 días después de una infección viral respiratoria. Estas infecciones mixtas "virus-bacteria" constituyen el llamado "sinergismo virus-bacteria." O sea, la lesión en el pulmón causadas por la combinación de un virus respiratorio y *Mannheimia haemolytica* es desproporcionalmente más severa que la suma de las lesiones causadas por cualquiera de estos dos patógenos en forma independiente. Este fenómeno podría ilustrarse numéricamente con la siguiente formula aritmética: La bacteria causa un grado de lesión = 1; el virus causa un grado de lesión= 2; pero la combinación virus-bacteria causa un grado de lesión = 6. Es importante enfatizar que la mayoría de las infecciones en bovinos por IBR o BRSV son leves y solo causan una momentánea y reversible "neumonía intersticial." Esto explica por qué muchos bovinos sanos nunca antes enfermos poseen títulos de anticuerpos altos contra virus respiratorios sin haber sido previamente vacunados.

Además de infecciones virales, otros factores importantes en

los bovinos también inhiben los mecanismos de defensa entre los que destacan el edema pulmonar, la deshidratación, acidosis, hacinamiento, mala ventilación y el estrés. El edema pulmonar ocurre comúnmente en rumiantes y predispone "silenciosamente" al pulmón a infecciones bacterianas secundarias. La deshidratación, otro factor inhibitorio de los mecanismos de defensa explica porque es común la neumonía bacteriana en terneros o corderos con diarrea neonatal. Se postula que la deshidratación aumenta la viscosidad del moco en los bronquios y tráquea interfiriendo con el movimiento de los cilios. De la misma forma, otras condiciones comúnmente encontradas en los bovinos como son la acidosis, hipoxia y el estrés también inhiben los mecanismos de defensa y facilitan la colonización por bacterias oportunistas como *Mannhemia haemolytica*, *Histophilus somni Pasteurella multocida*. Posiblemente lo mismo ocurre con el *Mycoplasma bovis* y *Trueperella pyogenes*.

A través de muchos años de investigación se demostró también la importancia de las características anatómicas y funcionales del pulmón bovino las cuales hacen al animal particularmente susceptible a la neumonía y a las complicaciones de este padecimiento. Comparada con los pulmones del caballo, cordero, perro y gato, el pulmón bovino y porcino tiene una exagerada compartimentalización pulmonar debido a la presencia de septos conectivos entre los lobulillos pulmonares. Esta compartimentalización reduce marcadamente la "ventilación colateral" haciendo al bovino especialmente vulnerable a la neumonía y a sus secuelas como los abscesos, bronquiectasia, enfisema y fibrosis. Además, el pulmón bovino inhala comparativamente un volumen mayor de aire/peso-corporal y tiene una reducida capacidad de intercambio gaseoso. Esto último se debe a una baja densidad alvéolo-capilar, o sea, menor superficie de contacto entres aire inspirado y la sangre pasando alveolo. Todo esto explica por qué las neumonías son muchísimo más comunes en bovinos comparado con los perros y gatos.

Muchos factores de virulencia de los patógenos del pulmón bovino favorecen la colonización e infección del pulmón. En forma de puramente casual ("serendipia") una investigadora hace años descubrió la existencia de un factor leucotóxico producido por la *Mannheimia haemolytica*. Este factor es capaz de destruir en forma selectiva las células responsables de la fagocitosis en el pulmón de los rumiantes. Tiempo después fueron descubriendo un sinfín de moléculas o factores de virulencia involucrados en colonización y fagocitosis de esta bacteria junto con el *Mycoplasma bovis.* Estas dos bacterias son responsables de las mayores pérdidas económicas en explotaciones bovinas de muchos países.

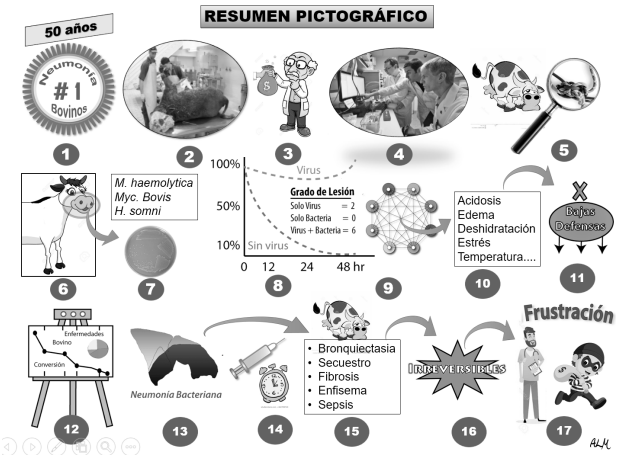
Es imperativo para los clínicos en medicina bovina aprender a identificar morfológicamente cuales son las lesiones características de *Mannheimia haemolytica* y *Micoplasma bovis* durante una necropsia. Estas lesiones son relativamente fácil de identificar siempre y cuando se realice adecuadamente la necropsia y se busquen las lesiones. Como es bien sabido en patología veterinaria, "más se pierde por no buscar que por no saber."

La efectividad de vacunas-bacterinas para proteger a los bovinos contra infecciones respiratorias continúa siendo motivo de mucha controversia. En ciertas condiciones de manejo la inmunización únicamente reduce la frecuencia o severidad de las lesiones, pero no previene necesariamente la neumonía. El mayor impacto de las estas infecciones respiratorias son sus secuelas a mediano y largo plazo como son la bronquiectasia, secuestros pulmonares y adherencias plurales. Muchos animales sobreviven a la neumonía original pero estas secuelas se traducen en un bajo rendimiento a pesar de recibir tratamiento adecuado con antibióticos. La razón es imple, las secuelas son severas e irreversibles. En otras palabras, el tratamiento tardío de una neumonía tiene poco valor terapéutico por lo que es imprescindible para el veterinario tratar la infección antes de la aparición de secuelas. Una analogía podría ser el incendio una casa, al inicio puede controlarse fuego con un simple extinguidor, pero tiempo después el extinguidor se vuelve inservible. Es de gran importancia entender mecanismos de la neumonía bovina y sus secuelas pues es común culpar a las vacunas o antibióticos cuando en realidad el problema de fondo fue un diagnóstico y tratamiento tardío.

Investigaciones epidemiológicas en los últimos años han comprobado la importancia muchas veces ignorada del bienestar animal con relación a la patogénesis de neumonías en los bovinos. Muchos de los avances en la prevención y tratamiento de la neumonía bovina son mermados día a día por un manejo y alimentación inadecuados solo por el afán de producir más y más rápidamente carne o leche.

Otro factor relevante en la presentación de las infecciones respiratorias en los bovinos es el fenómeno de Sepsis el cual hasta hace poco había recibido poca importancia como consecuencia agregada a la neumonía. La sepsis y el choque séptico son casi siempre una secuela fatal de infecciones debido a una respuesta inflamatoria exagerada que se sale de control en el bovino. En otras palabras, la homeostasis de la inflamación se pierde totalmente en el bovino. El mecanismo fundamental de sepsis es la llamada "tormenta de citocinas" donde una secreción incontrolada de factores pro-inflamatorios causa profundas alteraciones vasculares sistémicas en bovinos y otras especies. La infección no es realmente el verdadero problema, sino la respuesta del hospedador. Por lo mismo, el uso de antibióticos una vez iniciado el proceso de Sepsis resulta inútil pues los procesos infamatorios y no las bacterias inducen la falla simultánea de muchos órganos. A esto se le conoce como "falla multiorgánica" o "falla orgánicas multisistémica." Entre los órganos afectados por sepsis figuran el corazón (cardiopatía séptica), hígado, (hepatopatía séptica), encéfalo (encefalopatía séptica), pulmón (síndrome de disfunción respiratoria agudo), vasos sanguíneos (coagulación diseminada intravascular), etc.

Debido a la complejidad de las interacciones entre agentes infecciosos, manejo, bienestar animal, inmunidad y terapéutica, no ha sido posible después de más de 50 años reducir sustancialmente la prevalencia y el impacto económico de la neumonía bovina. Es imperativo para los veterinarios y productores reconocer la importancia del bienestar animal y no solo poner atención en vacunas y antibióticos. En algunos países se continúan utilizando indiscriminadamente los antibióticos como el arma ideal en la guerra contra las neumonías. Afortunadamente ya se ha valorado el impacto global del abuso de medicamentos por el grave problema de la resistencia de microorganismos a los antibióticos.



1 Desde hace muchos años las neumonías son la causa número 1 de morbilidad y mortalidad. **2** La neumonía es un hallazgo frecuente en necropsias. **3** Se ha gastado mundialmente una millonada de dinero para tratar de elucidar los mecanismos responsables en las neumonías de los bovinos. **4** A pesar de tantas investigaciones todavía existen muchas incógnitas sobre la verdadera patogénesis de la neumonía bovina. **5** La patogénesis de la neumonía es un indiscutible "nudo" de complejidad. **6** La cavidad nasal de los bovinos sanos alberga una población heterogénea de bacterias incluyendo algunas potencialmente patógenas. **7** La *Manhheimia haemolytica*, *Mycoplasma bovis e Histophilus somni* son parte de esta flora normal. **8** El pulmón de un bovino sano elimina rápidamente las bacterias inhaladas (línea punteada azul) pero si existe previa infección viral las bacterias se multiplican en el pulmón (línea punteada roja). **9** Las bacterias y virus respiratorios interaccionan estrechamente con factores externos del medio ambiente y del propio animal. **10** La acidosis, edema, deshidratación y estrés inhiben los mecanismos de defensa. **11** Estas bajas en defensas respiratorias predispone a la neumonía bacteriana del bovino. **12** La colonización del pulmón por bacterias causa importantes infecciones respiratorias. **13** La bronconeumonía produce consolidación craneoventral en ambos pulmones. **14** Un tratamiento tardío por el veterinario da lugar a secuelas importantes en el pulmón. **15** La bronquiectasia, secuestro, fibrosis y abscesos son graves secuelas pulmonares en bovinos. **16** Estas secuelas son irreversible y no responden a tratamiento. **17** Estas secuelas originan enorme frustración para el veterinario y representa una pérdida económica importante para el productor.

SEPSIS BOVINA

Alfonso López Mayagoitia

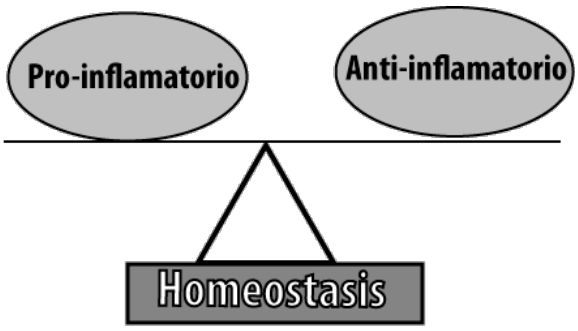
Durante mucho tiempo ha existido notable confusión con la nomenclatura médica y veterinaria en relación a los efectos sistémicos de una infección, particularmente cuando estos microrganismos causan alteraciones sistémicas y afectan múltiples **órganos**. Históricamente se han utilizado t**érminos como microbiema**, septicemia, viremia, piemia, bacteriemia, toxemia y endotoxemia para denotar la presencia de bacterias, toxinas o virus en sangre. Sin embargo la ambigüedad de estos nombres causó confusión entre los microbiólogos, clínicos, patólogos y profesionales de las ciencias médicas y veterinarias. Avances en biología molecular y estudios experimentales revolucionaron el conocimiento de las enfermedades infecciosas demostrando una muy estrecha relación entre una infección y la respuesta inflamatoria. Como consecuencia clínicos en medicine humana propusieron abandonar el uso de todos estos nombres y adoptar el termino de sepsis" o síndrome de sepsis. Esta unificada nomenclatura es congruente con los síntomas y lesiones observados en las "infecciones sistémicas" y explica en gran medida los efectos sistémicos de la inflamación, tanto en el humano como en el animal. El grueso del conocimiento básico de Sepsis se originó a partir de estudios en medicina humana, pero este conocimiento es extensivo a los animales domésticos incluyendo a los rumiantes. El objetivo de esta presentación es narrar en forma sencilla el significado de sepsis y su aplicación comparativa en las enfermedades de los bovinos.

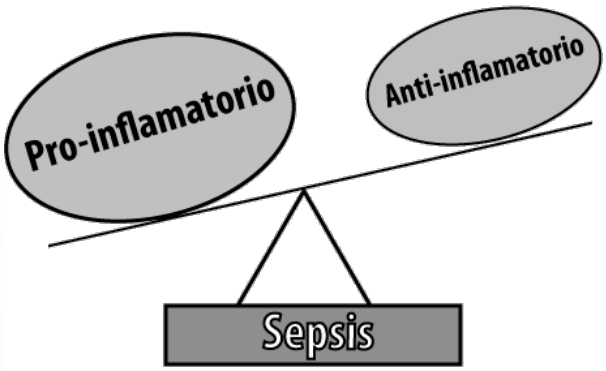
Los primeros reportes históricos de sepsis aparecen en tiempos de Hipócrates (460-377AC) cuando se describió por primera vez la putrefacción de heridas. Posteriormente Avicena en Persia reportó la propensión a muerte en pacientes con una letargia y fiebre muy alta. Dos renombrados científicos, Louis Pasteur y Joseph Lister investigaron la trilogía de la infección, enfermedad y muerte. En 1914, el alemán Hugo Schottmmüler vincul**ó** por primera vez los signos clínicos de sepsis con la falla funcional de distintos **órganos** del cuerpo humano. Pero quizá el descubrimiento más revolucionario ocurrió en 1972 cuando Lewis Thomas postul**ó que la** respuesta inflamatoria propiamente dicho y no la infección la causa de muerte en falla orgánica múltiple debido a sepsis. A este investigador se le atribuye la siguiente observación*: "nuestro arsenal para combatir microbios es tan poderoso e involucra tantos mecanismos de defensa que a veces se vuelve más dañino para el organismo que para los propios microbios."* Este concepto novedoso transformó el dogma médico en relación a la patogénesis de enfermedades infecciosas. A principio de los años noventa se llevó a cabo una reunión internacional de expertos con el objeto de definir y estandarizar los criterios y normas utilizadas para el diagnóstico clínico de la sepsis. Por consenso, se propuso utilizar el término "sepsis" **o "síndrome de sepsis" para agrupar clínicamente** a todas las infecciones con manifestaciones sistémicas, haya o no presencia de bacteria o toxinas en la sangre. Este criterio originalmente se adopt**ó** en medicina humana y **años** más tarde el concepto sepsis aparece en medicina veterinaria.

En aquellos tiempos Sepsis se definió como un abanico con cuatro manifestaciones progresivas: 1- S**índrome** de la Respuesta Inflamatoria Sistémica (SRIS); 2- Sepsis Moderada; 3- Sepsis Severa y 4- Choque S**éptico**. Subsiguientemente el consenso de expertos redujeron estas cuatro fases a sólo dos, **Sepsis** y **Choque Séptico**.

Esta conceptualización de Sepsis se basa actualmente en una puntuación (score) basada en la secuencia de disfunción orgánica medida en términos de laboratorio y examen clínico. A este puntaje se le conoce como "SOFA", por sus siglas en ingl**é**s (*Sequential [Sepsis-related] Organ Faiure Assessment*). En español se traduciría textualmente en "Evaluación Secuencial [relacionada con Sepsis] de disfunción multiorgánica." Los indicadores de la funcionalidad orgánica (escala 1-4) utilizados para calcular el puntaje "SOFA" son respiración (función pulmonar), plaquetas (coagulación), bilirrubina (función hepática), presión arterial (corazón-arterias), creatinina (renal) y estado de conciencia (sistema nervioso central).

Aunque la Sepsis **típicamente se asocia a** una infección, también puede desencadenarse por procesos inflamatorios no infecciosos como sería el politrauma, una neoplasia, pancreatitis, o laceraciones extensas o quemaduras en piel. Es importante destacar que la Sepsis y Coque séptico no poseen demarcaciones precisas, sino más bien constituyen un "abanico" o "arcoíris" progresivo de manifestaciones clínicas, donde uno o varios órganos pueden afectarse a la vez. La falla de uno o varios órganos en la llamada disfunción multiorgánica no presupone la infección de dicho órgano(s), sino el resultado de los cambios vasculares o metabólicos debidos a la respuesta inflamatoria causada por la infección o daño de un órgano o tejido distante. Por lo tanto, la muerte de un bovino por choque séptico y disfunción multiorgánica no presupone muerte celular o lesiones severas en ningún órgano en particular, sino el resultado de una suma de alteraciones vasculares en uno o varios órganos.





Los signos clínicos y lesiones en un bovino con sepsis no se deben un daño directo causado por microbios o sus toxinas, sino a una excesiva respuesta inflamatoria fuera de control la cual daña los tejidos. Esta reacción inflamatoria desordenada se conoce como "hiperinflamación o "tormenta de citocinas" y es el

resultado de un desbalance entre mecanismos inflamatorios y anti-inflamatorios en el animal (Figura 1). En condiciones de homeostasis, el proceso inflamatorio aun en un animal enfermo se mantiene en equilibrio mediante un balance entre estas señales. La respuesta inflamatoria no ocurre de la misma manera en todos los animales y está ligada a regulación genética por lo que algunos vacunos están genéricamente predispuestos. La eliminación de una infección con el uso de antibióticos no necesariamente presupone el regreso a la homeostasis inflamatoria.

Cuando una infección desencadena una "tormenta (cascada) de citoquinas" estos mediadores químicos dañan el endotelio vascular no solo en el órgano afectado, sino también en órganos y tejidos distantes al foco de infección. Los cambios vasculares pueden ser puramente funcionales como una simple hiperemia y congestión, pero en otros casos se manifiesta con alteraciones estructurales como edema, hemorragia, isquemia, trombosis e infartos. Todas estas lesiones son comúnmente encontradas a la necropsia en bovinos con sepsis.

El número de mediadores químicos, receptores y células inflamatorias involucrados en inflamación y sepsis es extraordinario y por lo está razón es inútil para un veterinario memorizarlos todos. Lo importante en el tema de sepsis es entender que las alteraciones vasculares causadas mediadas por citocinas son las directamente responsables de los signos clínicos en unos casos, en otros es la causa de las lesiones y muerte del animal. En s**íntesis, tanto los signos como la muerte en sepsis se deben fundamentalmente a alteraciones sistémicas** de flujo sanguíneo como consecuencia de una hiperinflamación o "cascada inflamatoria" fuera de control.

Las alteraciones vasculares de Sepsis afectan varios órganos incluyendo el corazón, pulmones, riñones, hígado, músculo, glándulas adrenales, encéfalo, y sistema inmunológico. En algunos casos los cambios en estos órganos son puramente funcionales mientras que en otros se presentan lesiones visibles microscópicamente e inclusive a la necropsia. Cuando varios órganos se afectan simultáneamente se le denomina "falla orgánica múltiple" o "disfunción orgánica múltiple. Las lesiones en falla orgánica múltiple son generalmente leves pero por su efecto aditivo son responsable de la muerte del animal.

De acuerdo a los órganos afectados, Sepsis puede causar una constelación de signos clínicos agrupados en los siguientes síndromes: "cardiopatía séptica", "encefalopatía séptica," hepatopatía séptica, nefropatía sépticas, etc. Sepsis también se asocia a "disfunción respiratoria aguda" en los pulmones y a la "coagulación diseminada intravascular" (CDI) cuando se forman trombos de fibrina en los capilares sanguíneo.

Entre los problemas más frecuentemente descritos en sepsis y choque séptico en los bovinos figuran coagulación intravascular diseminada (CID), hemorragias petequiales, falla renal (nefropatía séptica) además de una lesión renal severa conocida como "necrosis bilateral cortical" (NBCR). Esta última ocurre comúnmente durante las fases terminales de choque séptico y es relativamente fácil de diagnosticar a la necropsia en vacas lecheras con mastitis coliforme. Ambos riñones tienen una apariencia de mármol por la combinación de tres tonos de color rojizo en el riñón afectado.

Hepatopatía séptica.- El hígado es otro "órgano blanco" ("órgano diana") en sepsis severa y choque séptico. La falla hepática es generalmente un problema funcional en bovinos con sepsis por lo que raramente se observan lesiones en hígado a pesar de la marcada disfunción de este órgano. Tanto en humanos como en animales, la sepsis severa y el choque séptico se acompañan con un aumento en la actividad de enzimas séricas hepáticas y un incremento en la bilirrubina sérica. Aunque existe poca literatura sobre el efecto hepático de sepsis en animales, es bien sabido por clínicos y patólogos veterinarios que los niveles de enzimas hepáticas tienen valor predictivo en la fatalidad del animal.

Miopatía séptica.- Aunque posee poco significado clínico en los bovinos, sepsis causa alteraciones microscópicas en el musculo esquelético lo que se conoce como miopatía séptica. Estas alteraciones consisten en una degeneración de fibras musculares, primeramente descritas por Zenker en 1885 en pacientes muertos por fiebre tifoidea (salmonelosis). Ocasionalmente observamos lesiones microscópicas similares en bovinos muertos por choque séptico.

Cardiomiopatía séptica.- Cambios funcionales en el corazón ocurren frecuentemente en pacientes con sepsis. Estudios epidemiológicos en hospitales humanos indican que el 10% de las fatalidades de sepsis severa y choque séptico se deben a falla cardiaca. Estas alteraciones reversibles en contractilidad y relajación del miocardio afectan tanto el lado derecho como el izquierdo del corazón. Al igual que en otros tejidos, los cambios en el miocardio causados por sepsis son más funcionales que estructurales por lo que raramente se detectan lesiones macroscópicos en el corazón. En bovinos muertos por sepsis los patólogos algunas veces encuentran degeneración focal de cardiomiocitos.

Sepsis y Síndrome de Disfunción Respiratoria Aguda (SDRA).- En 1967 Ashbaugh y colaboradores reportaron por primera vez un síndrome respiratorio en pacientes con sepsis o heridas contaminadas. Clínicamente, el SDRA se manifiesta por una falla respiratoria súbita acompañada por edema pulmonar severo e hipoxemia, todo esto en ausencia de alteraciones cardiacas. Radiográficamente se observan infiltrados alveolares bilaterales difusos y a la necropsia los pulmones aparecen húmedos (edematosos), motivo por el cual también se le dio el nombre coloquial de "síndrome del pulmón mojado." Algunas afecciones respiratorias en bovinos desencadenan repentinamente una "tormenta de citocinas" (hiperinflamación) localmente en el pulmón causando muerte **súbita del animal. Un pulmón con SDRA muestra microscópicamente daño alveolar difuso, edema y formación de membranas hialinas. A la necropsia solo se observan pulmones muy húmedos con espuma en bronquios y tráquea en los bovinos. Estas lesiones de edema y membranas** hialinas se observan típicamente en el llamado "edema pulmonar y enfisema bovino" ("*fog fever*" en inglés); "alveolitis extrínseca alérgica conocida también como "enfermedad del silo mohoso" donde los bovinos se hipersensibilizan a esporas de mohos presentes en un mal ensilado. También se reportan en el "síndrome de reinfección" por el nematodo pulmonar *Dictyocaulus viviparus.* Las lesiones pulmonares en estas enfermedades respiratorias de los bovinos tienen probablemente la misma patogénesis del SDRA en los humanos.

Sepsis y Apoplejía Adrenal (Síndrome de Waterhouse-Friderichsen)- Rupert Waterhouse y Carl Friderichsen reportaron alteraciones hemorrágicas en niños con muerte **súbita** debida a insuficiencia adrenal aguda e historia clínica de meningitis y sepsis. Este síndrome con una muy alta mortalidad está asociado en humanos a infecciones de neumococos, estreptococos, Haemophilus y *E. coli*. Este s**índrome** adrenal se ha descrito en medicina veterinaria sobre todo en potros con choque séptico y con menor frecuencia en terneros con sepsis por infecciones de *Pasteurella multocida*, *Mannhemia haemolytica*, *Salmonella typhimurium* y colibacilosis intestinal. Las glándulas adrenales están marcadamente hemorrágicas y aparecen a la

vista como un "coagulo de sangre**."**

Sepsis y Encéfalo (Encefalopatía Séptica).- La encefalopatía séptica es una complicación importante en pacientes con sepsis severa y choque séptico. Según algunos estudios, el 25% de pacientes humanos con sepsis muestran disfunción nerviosa reversible cuya severidad es paralela a la tasa de mortalidad. La patofisiología de la encefalopatía séptica no está esclarecida pero se postulan varios mecanismos resultantes de una hiperinflamación: a- cambios vasculares en el encéfalo con penetración de endotoxinas a través de la barrera hemato-encefálica; b- Reducción en la perfusión sanguínea en el cerebro; c- Alteraciones metabólicas de aminoácidos esenciales en sistema nervioso; d- depresión en la actividad de neurotrasmisores. Al igual que en otros órganos, las alteraciones son puramente funcionales y no se observan cambios microscópicos en encéfalo. La encefalopatía séptica ha sido pobremente estudiada en medicina veterinaria pero seguramente es responsable de la depresión, somnolencia y coma detectadas en rumiantes con sepsis; el examen histopatológico no muestra lesiones importantes en encéfalo.

Sepsis y Síndrome Hipercatabólico (Autocanibalismo Séptico)- Pacientes con Sepsis pierden rápidamente peso corporal más allá de lo esperado por simple anorexia o falta de alimento. Esta pérdida rápida de peso se debe a que los mecanismos de conservación de energía y proteína evocados por el ayuno en el animal sano desaparecen en Sepsis. Este s**índrome** hipercatabólico asociado a sepsis ha sido pobremente investigado en veterinaria, sin embargo, este síndrome podría explicar porque un bovino con historia una infección de sólo unos **días** de duración llega a la necropsia en un pobre estado de corporal (emaciación). En nuestra experiencia en patología veterinaria, esta incongruencia entre infección y pérdida rápida de peso es relativamente común en bovinos con procesos sépticos agudos y subagudos.

Sepsis y Disbiosis Intestinal. La flora intestinal también juega un papel importante en la patofisiología de sepsis pues algunos pacientes con Sepsis severa o Choque séptico presentan cambios importantes en la flora o microbiota intestinal produciendo una translocación de bacterias intestinales a otros órganos. El fenómeno de disbiosis intestinal ha sido poco estudiado en animales, sin embargo es describen cuadros de sepsis en caballos con cólicos posiblemente debido a la absorción exagerada de endotoxina intestinal. Los cambios hemáticos y clínicos son típicos de sepsis severa y choque séptico.

Resumen.- En el proceso de Sepsis, es importante reiterar que los cambios funcionales que conllevan a la muerte del animal se deben principalmente a una respuesta inflamatoria excesiva y no a la infección. El origen de los cambios funcionales y metabólicos en los diferentes órganos se debe fundamentalmente a cambios vasculares y perfusión sanguínea. El concepto de Sepsis explica por qué algunos bovinos llegan a morir a pesar de haber recibido un tratamiento apropiado. En otras palabras, una vez iniciada la "tormenta de citocinas" tiene escaso valor terapéutico eliminar la bacteria o la infección con un antibiótico, pues a final de cuentas la respuesta inflamatoria fuera de control es la causa la muerte del animal. El fenómeno de Sepsis también explica porque un bovino muere a pesar de no observarse lesiones importantes en ninguno de los órganos vitales; la muerte por "falla orgánica múltiple" ocurre por alteraciones funcionales y metabólicas, no estructurales. Finalmente, el concepto moderno de Sepsis también ayuda a entender porque en un brote infeccioso tres bovinos mueren pero otros 20 enfermos se recuperan con el mismo tratamiento. Esto se debe a que el proceso inflamatorio está estrechamente regulado por la genética y la predisposición del animal a desencadenar una "tormenta de citocinas" o sea, se debe en gran medida a la idiosincrasia en los genes reguladores de la inflamación. Un sinnúmero de investigaciones se llevan a cabo en las universidades y en la industria farmacéutica para encontrar una "bala mágica" que pueda prevenir, detener o reducir la "tormenta de citocinas." Lamentablemente el proceso inflamatorio tiene redundancia biológica, o sea, si cuando se bloquea una citosina o un receptor en la célula, otro tipo de citocinas o receptores entran en función compensatoria.

PARÁMETROS PARA EVALUAR LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA EN LOS REBAÑOS LECHEROS

Luís G. D. Mendonça, D.V.M., M.S.

INTRODUCCIÓN

La eficiencia reproductiva tiene un impacto importante en la rentabilidad de una explotación lechera al influir en el costo de los programas de cría-reemplazo de terneras, la disponibilidad de terneras de reemplazo y la productividad de las vacas en el rebaño (Tozer and Heinrichs, 2001; Cabrera, 2014). Considerando que la cría de terneras de reemplazo es el segundo gasto anual más grande para una explotación lechera (Gabler *et al.*, 2000), asegurar un rendimiento reproductivo óptimo de las terneras lecheras reduce los costos de cría al disminuir los días prolongados de alimentación y la edad al momento del primer parto, lo que puede aumentar los beneficios de por vida. El beneficio de por vida también se ve afectado por los ingresos de la leche sobre el costo de la alimentación, que pueden ser dictados por la eficiencia reproductiva durante la vida productiva de la vaca. La deficiente eficiencia reproductiva tiene como resultado la prolongación de la lactancia y la reducción de los ingresos sobre el costo de la alimentación en las etapas posteriores de la lactancia, como resultado de la baja producción de leche.

Debido a que la eficiencia reproductiva afecta tremendamente a la rentabilidad de una explotación lechera, en los rebaños se deben evaluar y monitorear la eficiencia reproductiva frecuentemente para asegurar que los problemas inesperados que surgen en los programas reproductivos sean detectados y tratados de manera oportuna. Además, el monitoreo del rendimiento reproductivo de las vacas y las terneras usando indicadores clave del rendimiento semanal, mensual y trimestral puede ser de suma importancia cuando se evalúan los cambios en la gestión y en los programas o protocolos reproductivos.

Indicadores Clave del Rendimiento de las Vacas Lecheras en Lactación

La eficiencia de los programas reproductivos debe ser impulsada por el objetivo de maximizar la rentabilidad durante la lactancia. El intervalo deseado desde el parto hasta la concepción, también conocido como días abiertos, es uno de los rasgos a considerar cuando se determina cuán eficiente debe ser el programa reproductivo de un rebaño lechero. Sin embargo, el uso de la información de los días abiertos promedio o mediano recolectada de los registros del software de la explotación, puede no reflejar los resultados más actuales del programa reproductivo porque estas medidas contienen un desfase y una dinámica significativos. Aunque los días abiertos no capturan los cambios recientes en el programa reproductivo, podría ser un indicador útil cuando se evalúan los registros de un rebaño por primera vez, y debe revisarse anualmente para determinar si la meta establecida de días abiertos se está alcanzando o cambiando drásticamente. Los informes que se muestran en las Figuras 1A, 1B y 1C generados a partir de un software de una lechería comercial ejemplifican cómo el uso de días abiertos para monitorear la eficiencia reproductiva en un rebaño puede ser engañoso. A pesar de que el riesgo promedio de 21 días de embarazo cambió dramáticamente de 01/03/14 a 05/30/14 y de 06/20/14 a 12/05/14 (Figura 1A), la media de días abiertos cambió sólo 2 días como se indica en los otros informes (Figura 1B y 1C). El cambio considerable en el riesgo de embarazo de 21 días de 27 a 19 puntos porcentuales no se detecta cuando se comparan los días abiertos a partir de los informes creados en 05/29/14 (Figura 1B) y en 01/12/15 (Figura 1C). Basándose en el inconveniente de utilizar los días abiertos para monitorear la eficiencia reproductiva de manera regular, otros indicadores clave de rendimiento pueden ser más útiles para evaluar el rendimiento reproductivo actual de un rebaño.

Usar el Riesgo de Embarazo (Tasa de preñez) 21-d como un Indicador Clave de Rendimiento. La información de tasa de preñez 21-d obtenida de los informes es el mejor indicador para evaluar el rendimiento reproductivo reciente, ya que no se queda atrás desde la fecha de creación del informe. Sin embargo, este indicador normalmente no captura información 42 días antes de que se genere el informe. Los informes de tasa de preñez generalmente se presentan en un marco de tiempo de 21 días y representan el porcentaje de vacas que quedaron preñadas de todas las vacas que fueron elegibles para quedar preñadas en el marco de tiempo de 21 días. Es posible observar que el informe de tasa de preñez de 21 días descrito en la Figura 1A, que se generó el 02/06/2015, no contiene la información de tasa de preñez para los ciclos de 21 días más recientes (por ejemplo, 12/26/14 y 01/16/15). Sin embargo, la tasa de preñez es un buen indicador para determinar cómo ha cambiado la eficiencia reproductiva del rebaño con el tiempo. Cuando se utiliza la tasa de preñez para monitorear los programas reproductivos, se debe tener cuidado con respecto al porcentaje de vacas clasificadas como no aptas para ser inseminadas en el software de gestión de la explotación, típicamente señaladas como “no criar”. Si el rebaño tiene un gran porcentaje de vacas codificadas como no aptas para ser inseminadas, la tasa de preñez podría estar sesgada debido a los números inflados, por lo tanto, los números no son representativos del rendimiento reproductivo real del rebaño.

Las granjas lecheras deben esforzarse por lograr una tasa de preñez anual de 20 y asegurarse de que la tasa de preñez de cada período de 21 días no varía en gran medida a lo largo del año. Una gran variación en la tasa de preñez en ciclos de 21 días en rebaños que no tienen partos estacionales puede resultar en un número concentrado de partos durante un tiempo específico, creando problemas potenciales de gestión. Además, cuando se evalúa la tasa de preñez, se debe considerar el período de espera voluntario **(VWP**), que es el tiempo entre el parto y el momento en que las vacas son elegibles para ser inseminadas de nuevo. El informe de la tasa de preñez de 21 días debe ser generado considerando el VWP del rebaño porque determinará cuándo las vacas se vuelven elegibles en el cálculo de la tasa de preñez . El VWP de cada granja debe ser elegido en base a los días abiertos deseados para cada lactancia (por ejemplo, primera y última lactancia), y a la eficiencia reproductiva del rebaño.

Uso de la tasa de Concepción como un Indicador Clave de Rendimiento. La tasa de concepción o embarazo por IA **(P/AI**) juega un papel importante en el riesgo de embarazo. Al evaluar la tasa de concepción de un rebaño, si es posible, se debe considerar el número de inseminaciones y lactancias (por ejemplo, 1ª y >1ª). La P/AI del primer servicio debe ser >40% y >35% para vacas de 1ª lactancia y >1ª lactancia, respectivamente, y la P/AI de las vacas re-sincronizadas (>1º servicios) debe

ser >30% y >25% para vacas de 1ª lactancia y >1ª lactancia, respectivamente. Cuando se evalúa la P/AI de un rebaño o se investigan problemas potenciales en la P/AI, se deben considerar varios factores. Además de evaluar la P/AI de acuerdo con el técnico de IA y el código de inseminación (por ejemplo, IA programada o IA basada en el celo), se deben considerar otros factores potenciales que también afectan al P/AI (por ejemplo, la nutrición, el clima, los factores relacionados con las vacas, la calidad del semen y las gestiones). Este informe sólo abordará los aspectos de la P/AI por técnica y código de inseminación debido a limitaciones de espacio.

Se recomienda que se tengan en cuenta al menos 250 observaciones cuando se comparen las técnicas. Desafortunadamente, el tamaño del rebaño podría limitar la plausibilidad de estratificar por las categorías anteriormente mencionadas. Si la granja que se está evaluando no es lo suficientemente grande, se deben tener en cuenta menos categorías y la información se debe recopilar para un período de tiempo más amplio en lugar de mensual. Debido a que se espera que el embarazo por IA de terneras sea el mayor en una granja lechera, comparar el P/AI de terneras entre técnicas puede ser otra alternativa para evaluar a las técnicas de IA.

Además, los administradores deben esforzarse por registrar el código de inseminación en el software de gestión de la explotación. Analizar la información de la P/AI de acuerdo con el código de inseminación podría ayudar a identificar áreas de oportunidades en el programa reproductivo.

Cuando se evalúen los registros, debe contemplarse la posibilidad de que haya retraso en la información de la P/AI. La mayoría de los resultados conocidos en la información más reciente de P/AI pueden ser vacas no preñadas porque las vacas pueden ser inseminadas en celo antes del diagnóstico de preñez, lo que da lugar a un P/AI desinflado.

Uso de la tasa de Inseminación como un Indicador Clave de Rendimiento. La tasa de inseminación (o tasa de detección de celo) también afecta enormemente el riesgo de embarazo. Los informes de riesgo de embarazo del software de gestión de la explotación generalmente proporcionan la información de tasa de inseminación, que representa la proporción de vacas inseminadas de las vacas elegibles para ser inseminadas durante un período de tiempo específico (período de 21 días). Los administradores deben esforzarse por tener una tasa de inseminación de al menos el 60%. Si el servicio de detección del celo es inferior al 50%, es importante evaluar los días en leche **(DIM**) en el primer servicio, el intervalo de re-inseminación y la precisión de la técnica y de las ayudas para la detección del celo que se están usando. Como en el caso del P/AI, otros factores (por ejemplo, la nutrición, el clima, los factores relacionados con las vacas y las gestiones) pueden afectar la tasa de inseminación del rebaño.

Se espera que el VWP influya en los días en leche del primer servicio. Además de evaluar si el VWP previamente determinado está siendo considerado en el programa reproductivo, se deben evaluar los días en el primer servicio después del final del VWP. La Figura 3A ejemplifica un rebaño que respetó el VWP para la primera inseminación, sin embargo, el protocolo utilizado en la granja extendió los días al primer servicio en una subpoblación de vacas (Figura 3B). En este escenario, extender los días al primer servicio más allá de los 100 DIM tuvo impacto de días abiertos para una subpoblación de vacas (datos no mostrados) además de afectar la tasa de detección del celo, porque estas vacas fueron consideradas elegibles para ser inseminadas después de los 55 DIM (fin del VWP). Los primeros servicios, sin embargo, ocurrieron por lo menos 45 días después. Independientemente del VWP elegido por la granja y el protocolo reproductivo para la primera IA, los programas reproductivos deben ser diseñados para inseminar el 100% de las vacas antes de las 100 DIM para evitar extender los días abiertos.

El intervalo de re-inseminación es otro factor que puede afectar la tasa de inseminación. La distribución de días hasta la re-inseminación debe evaluarse en combinación con el intervalo promedio de re-inseminación. Las Figuras 4A y 4B muestran información de dos lecherías con intervalos promedio de re-inseminación similares dentro de los 100 días después de la IA (lechería A = 32,2 días; lechería B = 32,5 días), pero con distintos patrones de re-inseminación. Aunque los intervalos de re-inseminación promedio son similares entre las lecherías, los patrones de re-inseminación son diferentes porque en la lechería A, un mayor porcentaje de vacas son inseminadas antes del diagnóstico de embarazo en comparación con la lechería B. En la lechería A, el 51% de las vacas son re-inseminadas entre 16 y 28 días después de la IA, mientras que el 37% de las vacas son inseminadas durante el mismo período de tiempo en la lechería B. A pesar de que la lechería A insemina un número significativo de vacas antes del diagnóstico de embarazo, este diagnóstico no se realiza semanalmente, lo que amplía el intervalo de re-inseminación para un mayor porcentaje de vacas. El número de días después del IA en el momento del diagnóstico de embarazo es otro criterio importante que debe evaluarse al evaluar los intervalos de re-inseminación de los rebaños de vacas lecheras. Los protocolos de re-sincronización deben elegirse en función de la tasa de inseminación y del día del diagnóstico de embarazo después del IA para evitar prolongar el intervalo entre los servicios.

Monitoreo del Rendimiento Reproductivo al hacer el Chequeo de Preñez. El monitoreo del porcentaje de vacas preñadas, que fueron sometidas a un diagnóstico de preñez en el momento del chequeo de preñez, también conocido como tasa de preñez por palpación, puede ser utilizado como un indicador actualizado del riesgo de inseminación de un rebaño. Los rebaños con buen riesgo de inseminación por lo general tienen un 60-70% de vacas preñadas en el momento del chequeo de preñez, si el chequeo de preñez se hace semanalmente. Un menor porcentaje de vacas preñadas sugiere que no se detectó el celo en las vacas antes del diagnóstico de preñez, lo que podría indicar que la detección del celo no ha sido óptima recientemente.

Eficacia reproductiva de las terneras lecheras

Los indicadores clave de rendimiento discutidos anteriormente también pueden ser usados para monitorear la eficiencia de los programas reproductivos de las terneras. Para terneras, se recomienda que la tasa de preñez a los 21 días sea >30%, la tasa de inseminación >65%, y P/AI >50%. Antes de crear el informe de tasa de preñez, es importante ajustar la edad de la primera reproducción. La tasa de concepción de la primera IA debe ser >60%, y si se utiliza semen sexado, el riesgo de concepción esperado debe ser aproximadamente el 80 al 85% del de semen convencional. La decisión de la edad en el primer servicio debe basarse en el peso corporal (BW) y la estatura de las terneras. Se recomienda que las terneras sean inseminadas primero al 60% del peso corporal esperado de una vaca madura. Para evaluar la estatura, se debe medir la altura a la cruz, y las recomendaciones variarán según la raza.

Debido a que la edad en el momento del primer servicio está influenciada por el tamaño de la ternera, la nutrición de los animales jóvenes juega un papel fundamental en el programa reproductivo de las terneras y, en consecuencia, la edad en el

momento del primer parto. La eficiencia del programa reproductivo de la ternera tendrá un impacto en la edad que tenga en el momento del parto además de la nutrición y de la edad en el momento del primer servicio. La Figura 5A muestra un programa eficiente en el cual las terneras se preñan de forma oportuna después de la primera IA (eje vertical) con una pequeña variabilidad en la edad en el primer servicio (eje horizontal). Por otro lado, la Figura 5B muestra un programa ineficiente, en el cual las terneras tenían un número extenso de días desde la primera IA hasta la concepción (eje vertical) y una gran variabilidad de edad en la primera IA (eje horizontal).

Pérdida de Gestación

La pérdida durante el embarazo de terneras y vacas lactantes varía enormemente de un rebaño a otro. Estudios previos mostraron variaciones en la pérdida del embarazo de 3,2 a 42,7% desde el primer diagnóstico de preñez hasta el re-examen para verificar la preñez (Santos *et al.*, 2004). Al evaluar la pérdida del embarazo de un rebaño utilizando los registros de la explotación, se deben considerar los días del primer diagnostica de preñez y en el momento de re-examinar la confirmación del preñez. Además, la época del año puede estar asociada con la pérdida del embarazo. Por lo tanto, evaluar la pérdida de embarazo a lo largo del año puede ser útil para entender los problemas durante períodos específicos del año.

Si el diagnóstico de preñez se realiza entre 35 y 42 días después de la IA, se espera que las pérdidas de embarazo sean <5% y <15% para las terneras y las vacas en lactación, respectivamente. Se espera que las pérdidas de embarazo sean mayores en los rebaños que realizan el diagnóstico de preñez antes de los 35 días después de la IA porque una vez que las vacas son diagnosticadas preñadas corren el riesgo de perder el embarazo, además del hecho de que la pérdida de embarazo es mayor durante las primeras etapas del embarazo. La reconfirmación del embarazo después del primer diagnóstico de preñez debe ser entre 60 y 100 días de gestación. Es importante evaluar cuándo las vacas preñadas están siendo re-examinadas para la confirmación de la preñez porque el costo de la pérdida del embarazo dependerá del momento en que se diagnostique–el costo aumenta con la etapa de gestación (De Vries, 2006). Además, se recomienda reconfirmar los embarazos antes del inicio del período seco (200 a 220 días de gestación).

CONCLUSIONES

Al monitorear la eficiencia reproductiva de los rebaños lecheros utilizando registros del software de la explotación, es importante reconocer la presencia de retraso de cada indicador clave de rendimiento. El retraso en los datos de tasa de preñez y de P/AI dependerá de la frecuencia con la que se realice el diagnóstico de preñez. En los rebaños en los que se realiza el diagnóstico de preñez <42 días desde la última inseminación, la tasa de preñez tendrá un retraso de 42 días (dos períodos de 21 días). La tasa de preñez debe ser monitoreado frecuentemente, al menos una vez al mes. Debido a que la detección del celo y la tasa de concepción afectan a la tasa de preñez, ambos rasgos deben ser evaluados además de la tasa de preñez. El monitoreo del porcentaje de vacas preñadas durante el chequeo de preñez puede proporcionar información actualizada del programa de detección de celo de la granja.

CONCLUSIÓN

Puntos de referencia de indicadores clave de rendimiento al evaluar la eficiencia reproductiva de los rebaños lecheros[1]:

I. Vacas lactantes.

A. Total

Tasa de preñez: *>20% (ajuste para el VWP del rebaño)*

Tasa de inseminación: >60%

Tasa global de concepción: >35%

Tasa de concepción del primer servicio: >40%

Tasa de concepción de 2+ servicios: >30%

Pérdida de Gestación: *<15%*

Evaluar el período de espera voluntario: *debe establecerse en función de la producción y la eficiencia del programa de reproducción*

Distribución de días en el primer servicio: *El 100% de las vacas deben ser inseminadas antes de los 100 DIM*

Promedio y distribución del intervalo de re-inseminación: el *promedio debe ser inferior a 35 días*

Porcentaje del total de embarazos del rebaño: *>50%*

Porcentaje de embarazos por 150 DIM: *>70%*

B. 1ª lactancia

Tasa global de concepción: *>35%*

Tasa de concepción del primer servicio: *>40%*

Tasa de concepción de 2+ servicios: *>30%*

Promedio y mediana de días abiertos: *aproximadamente 120 días (depende de la persistencia y producción de las vacas* en *1ª lactancia)*

C. >1ª lactancia

Tasa global de concepción: *>30%*

Tasa Riesgo de concepción del primer servicio: *>35%*

Tasa de concepción de 2+ servicios: *>25%*

Promedio y mediana de días abiertos: *aproximadamente 100 días (depende de la producción de vacas)*

II. Terneras

de preñez: *>30% (ajuste para el VWP del rebaño)*

Tasa de inseminación: >65%

Tasa global de concepción: >50%

Tasa de concepción del primer servicio: >60%

Tasa de concepción de 2+ servicios: >45%

Tasa de concepción del semen sexado: *80-85% de la concepción del semen convencional*

Pérdida de Gestación: *5%*

Edad de la primera IA: *12 a 14 meses para terneras Holstein (depende de la raza, el peso corporal y la altura de las terneras)*

Distribución de la edad en la primera IA: *<30 días (depende de la variación del peso corporal y de la altura entre terneras)*

Intervalo desde la primera IA hasta la concepción: *El 95% de los embarazos se deben crear dentro de los 100-120 días después de la primera IA*

Edad al momento del primer parto: *21 a 24 meses para terneras Holstein (depende de la raza, el peso corporal y la altura de las terneras)*

[1] Descargo de responsabilidad: algunos de estos puntos de referencia se crearon sobre la base de la experiencia de campo y no reflejan los resultados de un estudio controlado.

BIBLIOGRAFÍA

En la version inglesa

21 day pregnancy risk|Wait Period 50

Date	Br Elig	Bred	Pct	Pg Elig	Preg	Pct	Aborts
1/03/14	252	172	68	247	75	30	9
1/24/14	257	177	69	247	66	27	4
2/14/14	268	175	65	261	63	24	10
3/07/14	273	188	69	253	78	31	4
3/28/14	256	172	67	249	69	28	19
4/18/14	264	158	60	259	56	22	4
5/09/14	279	178	64	276	67	24	9
5/30/14	292	202	69	287	79	28	6
6/20/14	300	185	62	298	62	21	8
7/11/14	333	195	59	328	59	18	7
8/01/14	368	255	69	362	61	17	10
8/22/14	389	267	69	380	73	19	6
9/12/14	376	239	64	373	59	16	8
10/03/14	397	267	67	386	71	18	10
10/24/14	400	254	64	393	78	20	3
11/14/14	393	262	67	387	82	21	3
12/05/14	399	288	72	395	81	21	1
12/26/14	404	265	66	0	0	0	0
1/16/15	326	255	78	0	0	0	0
Total	5496	3634	66	5381	1179	22	121

Average pregnancy risk = 27%

Average pregnancy risk = 19%

Figura 1A. Informe de riesgo de preñez de 21 días del 03/01/2014 al 16/01/2015 de una granja lechera comercial. El riesgo medio de embarazo de 21 días del 03/01/14 al 30/5/14 fue del 27%. El riesgo medio de embarazo de 21 días del 20/06/14 al 05/12/14 fue del 19%.

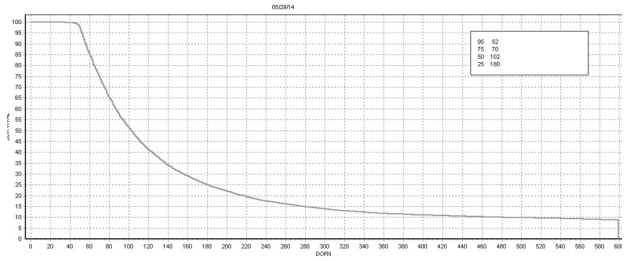


Figura 1B. Curva de supervivencia de los días hasta la concepción (días abiertos) creada a partir del software de la explotación el 29/05/2014. La media de días abiertos, el 50% de las vacas diagnosticadas como preñadas y el 50% de las vacas diagnosticadas como abiertas, fue de 102. El riesgo promedio de embarazo de 21 días durante los 5 meses anteriores fue del 27% (Figura 1A).

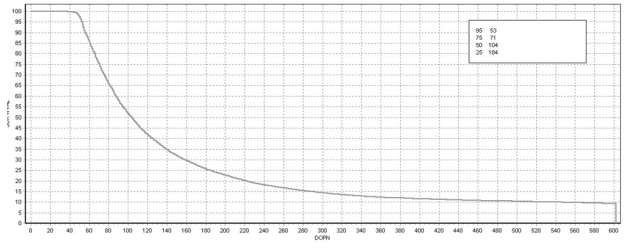


Figura 1C. Curva de supervivencia de los días hasta la concepción (días abiertos) creada a partir del software de la explotación el 12/01/2015. La media de días abiertos, el 50% de las vacas diagnosticadas como preñadas y el 50% de las vacas diagnosticadas como abiertas, fue de 104. A pesar de que el riesgo de embarazo de 21 días disminuyó después de mayo de 2014 (Figura 1A), los días abiertos cambiaron sólo dos días cuando se compararon los informes creados el 29/05/2014 y el 12/01/2015 (102 vs 104 días abiertos).

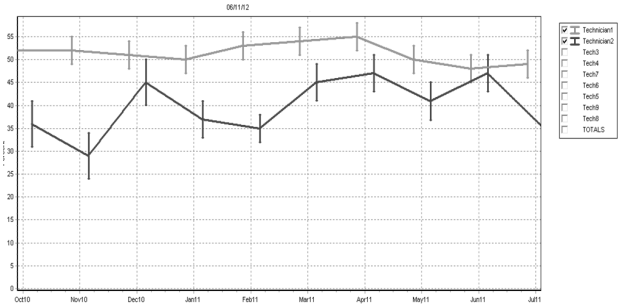


Figura 2. Informe del software de gestión de la explotación que compara el embarazo por IA**(P/AI**) de dos técnicas de una lechería comercial. Para comparar las técnicas del P/AI, la información del gráfico consiste en el primer IA de las vacas en primera lactancia inseminadas en celo según el mes. Cada técnica tenía un mínimo de 150 vacas inseminadas por mes.

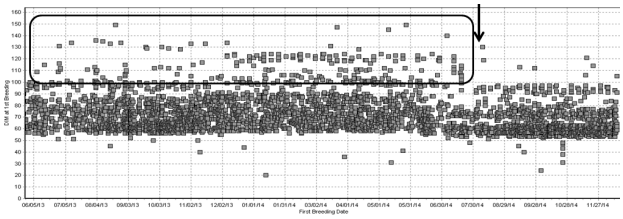


Figura 3A. Gráfico de días en leche **(DIM**) en la primera IA. El eje horizontal representa la fecha de la primera IA. El eje vertical representa DIM en la primera IA. La flecha negra indica cuando el protocolo para el primer servicio fue cambiado en la lechería para disminuir el número de vacas inseminadas después de 100 DIM.

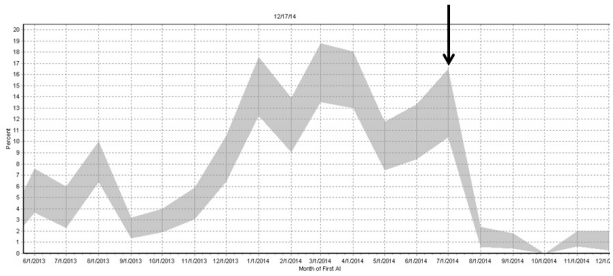


Figura 3B. Porcentaje de vacas inseminadas después de 100 días en leche **(DIM**) según el mes de la primera IA. La flecha negra indica cuando el protocolo de la primera IA fue cambiado con la intención de disminuir el porcentaje de vacas inseminadas después de 100 DIM.

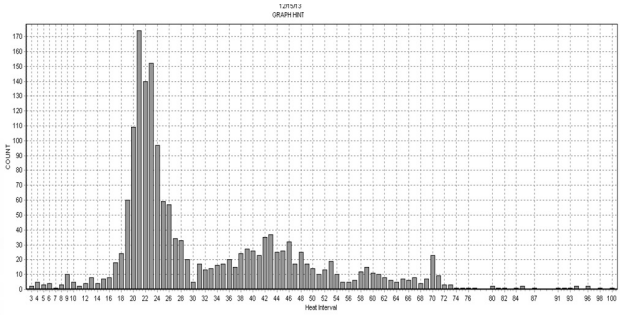


Figura 4A. Patrón de re-inseminación de vacas en lactación de la Lechería A (media ± desviación estándar = 32,2 ± 15,7 días). El eje horizontal representa los días transcurridos desde la última inseminación. El eje vertical representa el número de inseminaciones.

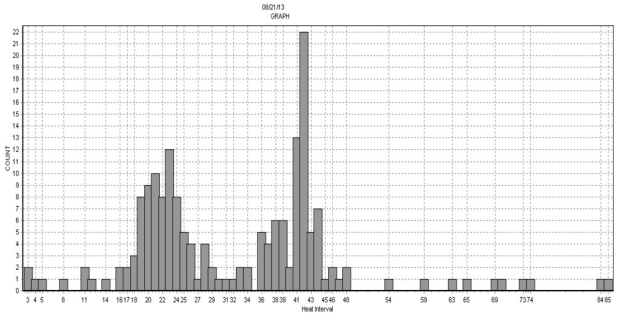


Figura 4B. Patrón de re-inseminación de vacas en lactación de la Lechería B (media ± desviación estándar = 32,5 ± 14,1 días). El eje horizontal representa los días transcurridos desde la última inseminación. El eje vertical representa el número de inseminaciones.

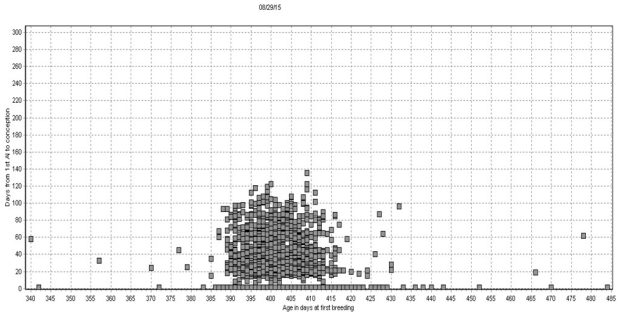


Figura 5A. Programa de reproducción de terneras de la lechería A. El eje horizontal representa los días de la primera IA y el eje vertical representa el intervalo desde la primera IA hasta la concepción de las terneras. Las primeras inseminaciones ocurrieron aproximadamente entre los 12,7 y 13,8 meses de edad, y la mayoría de las terneras quedaron preñadas en los 120 días posteriores a la primera IA.

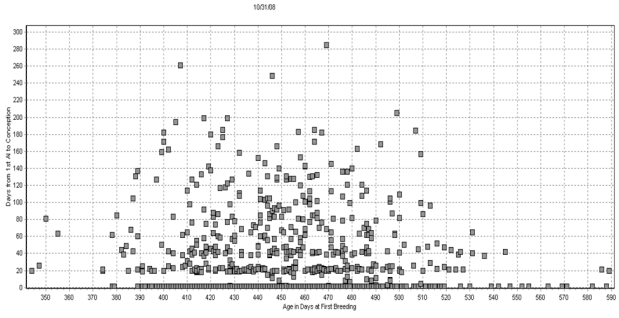


Figura 5B. Programa de reproducción de terneras de la lechería B. El eje horizontal representa los días de la primera IA y el eje vertical representa el intervalo desde la primera IA hasta la concepción de las terneras. Las primeras inseminaciones ocurrieron aproximadamente entre los 12,5 y 17,1 meses de edad, y la mayoría de las terneras quedaron preñadas en los 200 días posteriores a la primera IA.

ENGLISH VERSION ▾

METRICS TO ASSESS REPRODUCTIVE EFFICIENCY IN DAIRY HERDS

Luís G. D. Mendonça, D.V.M., M.S.

Associate Professor, Dairy Extension Specialist

Department of Animal Sciences and Industry, Kansas State University, Manhattan 66506, USA

mendonca@ksu.edu

INTRODUCTION

Reproductive efficiency has a major impact on the profitability of a dairy operation by influencing cost of heifer replacement-rearing programs, availability of replacement heifers, and productivity of cows in the herd (Tozer and Heinrichs, 2001; Cabrera, 2014). Considering that rearing of replacement heifers is the second largest annual expense to a dairy operation (Gabler *et al.*, 2000), ensuring optimal reproductive performance of dairy heifers reduces rearing costs by decreasing extended days on feed and age at first calving, which may increase lifetime profit. Lifetime profit also is affected by milk income-over-feed-cost, which may be dictated by reproductive efficiency during a cow's productive life. Poor reproductive efficiency results in extended lactation and reduced income-over-feed-cost in later stages of lactation resulting from low milk production.

Because reproductive efficiency tremendously affects profitability of a dairy operation, herds should assess and monitor reproductive efficiency frequently to assure that unexpected issues that arise in reproductive programs are detected and addressed in a timely manner. Furthermore, monitoring reproductive performance of cows and heifers using key performance indicators on a weekly, monthly, and quarterly basis may be of paramount importance when evaluating changes in management practices and reproductive programs or protocols.

Key Performance Indicators of Lactating Dairy Cows

The efficiency of reproductive programs should be driven by the goal of maximizing profitability during lactation. The desired interval from calving to conception, also referred to as days open, is one of the traits to consider when determining how efficient the reproductive program of a dairy herd should be. Using the information of average or median days open collected from records from on-farm software, however, may not reflect the most current outcomes of the reproductive program because these measures contain significant lag and momentum. Even though days open does not capture recent changes in the reproductive program, it might be a useful indicator when evaluating records for the first time from a herd, and it should be revisited on an annual basis to determine if the set goal of days open is being achieved or changed dramatically. The reports depicted in Figures 1A, 1B, and 1C generated from an on-farm software from a commercial dairy exemplify how using days open to monitor reproductive efficiency in a herd might be deceiving. Despite the fact that average 21-day pregnancy risk changed dramatically from 01/03/14 to 05/30/14 and from 06/20/14 to 12/05/14 (Figure 1A), median days open changed only 2 days as noted on the other reports (Figure 1B and 1C). The considerable change in the 21-day pregnancy risk from 27 to 19 percentage points is not detected when comparing days open from the reports created on 05/29/14 (Figure 1B) and 01/12/15 (Figure 1C). Based on the drawback of using days open to monitor reproductive efficiency on a regular basis, other key performance indicators may be more useful to assess current reproductive performance of a herd.

Using 21-d Pregnancy Risk as a Key Performance Indicator. The information of 21-d pregnancy risk obtained from reports is a better indicator to evaluate recent reproductive performance because it does not lag far behind from the date when the report is created. Nevertheless, this indicator typically does not capture information 42 days before the report is generated. Pregnancy risk reports are usually presented in a time frame of 21 days and it represents the percentage of cows that became pregnant of all cows that were eligible to become pregnant in

the 21-day time frame. It is possible to note that the 21-day pregnancy risk report depicted in Figure 1A, which was generated on 02/06/2015, does not contain the information of pregnancy risk for the most recent 21-day cycles (e.g., 12/26/14 and 01/16/15). Nevertheless, pregnancy risk is a good indicator to determine how reproductive efficiency of the herd has changed over time. When using pregnancy risk to monitor reproductive programs, caution should be taken regarding percentage of cows classified as not eligible to be inseminated in the on-farm management software, typically referred as "do not breed". If the herd has a large percentage of cows coded as not eligible to be inseminated, pregnancy risks might be biased because of inflated numbers, therefore the numbers are not representative of the actual reproductive performance of the herd.

Dairies should strive for an annual pregnancy risk in the mid-20's and ensure that the pregnancy risk of each 21-day period does not vary to a large extent throughout the year. A large variation in pregnancy risk in 21-day cycles in herds that do not seasonally calve might result in a concentrated number of calvings during a specific time, creating potential management problems. Furthermore, when evaluating pregnancy risk, voluntary waiting period (**VWP**), time between calving and time at which cows become eligible to be inseminated, should be considered. The 21-day pregnancy risk report should be generated considering the VWP of the herd because it will determine when cows become eligible in the pregnancy risk calculation. The VWP of each farm should be chosen based on desired days open for each lactation (e.g., first and later lactations), and reproductive efficiency of the herd.

Using Conception Risk as a Key Performance Indicator. Conception risk or pregnancy per AI (**P/AI**) plays an important role in pregnancy risk. When evaluating conception risk of a herd, if possible, number of inseminations and lactations should be considered (e.g., 1st and >1st). First service P/AI should be >40% and >35% for 1st lactation and >1st lactation cows, respectively, and P/AI of resynchronized cows (>1st services) should be >30% and >25% for 1st lactation and >1st lactation cows, respectively. When assessing P/AI of a herd or investigating potential issues in P/AI, several factors should be considered. In addition to evaluating P/AI according to AI technician and insemination code (e.g., timed-AI or estrus-based AI), other potential factors (e.g., nutrition, weather, cow-related factors, semen quality, and management practices) that also affect P/AI should be considered. This report will only address the aspects of P/AI by technician and insemination code because of space limitations.

It is recommended that at least 250 observations are taken into consideration when comparing technicians. Unfortunately, size of the herd might limit the plausibility of stratifying by the categories previously mentioned. If the farm being evaluated is not large enough, fewer categories should be taken into consideration and the information should be compiled for a larger time period rather than monthly. Because pregnancy per AI of heifers is expected to be the greatest in a dairy farm, comparing P/AI of heifers between technicians may be another alternative to evaluate AI technicians.

Furthermore, managers should strive to record insemination code in the on-farm management software. Analyzing the information of P/AI according to insemination code might help identify areas of opportunities in the reproductive program.

Lag in the information of P/AI should be contemplated when evaluating records. The majority of the known outcomes in the most recent P/AI information may be nonpregnant cows because cows may be inseminated in estrus before pregnancy diagnosis, which results in a deflated P/AI.

Using Insemination Risk as a Key Performance Indicator. Insemination risk (or heat-detection rate) also greatly affects pregnancy risk. Pregnancy risk reports from on-farm management software generally provide the information of insemination risk, which represents the proportion of cows inseminated of cows eligible to be inseminated during a specific time frame (21-day period). Managers should strive to have an insemination risk of at least 60%. If heat-detection service is less than 50%, it is important to evaluate days in milk (**DIM**) at first service, re-insemination interval, and accuracy of technician and heat-detection aids in use. Similar to P/AI, other factors (e.g., nutrition, weather, cow-related factors, and management practices) may affect insemination risk of the herd.

Days in milk at first service is expected to be influenced by the VWP. In addition to evaluating if the previously determined VWP is being considered in the reproductive program, days at first service after the end of the VWP should be assessed. Figure 3A exemplifies a herd that respected the VWP for first insemination, however, the protocol used on the farm extended days to first service in a subpopulation of cows (Figure 3B). In this scenario, extending days to first service beyond 100 DIM impacted days open for a subpopulation of cows (data not shown) besides affecting heat-detection rate because these cows were considered eligible to be inseminated after 55 DIM (end of the VWP). First services, however, occurred at least 45 days later. Regardless of the farm's chosen VWP and reproductive protocol for first AI, reproductive programs should be designed to inseminate 100% of the cows before 100 DIM to avoid extending days open.

Reinsemination interval is another factor that may affect insemination risk. Distribution of days to reinsemination should be evaluated in combination with the average reinsemination interval. Figures 4A and 4B depict information from two dairies with similar average reinsemination intervals within 100 days after AI (dairy A = 32.2 days; dairy B = 32.5 days), but with distinct patterns of reinsemination. Even though the average reinsemination intervals are similar between dairies, reinsemination patterns are different because in dairy A, a greater percentage of cows are inseminated before pregnancy diagnosis compared with dairy B. In dairy A, 51% of cows are reinseminated between 16 and 28 days after AI, while 37% of cows are inseminated during the same time frame in dairy B. Despite the fact that dairy A inseminates a significant number of cows before pregnancy diagnosis, pregnancy diagnosis is not performed on a weekly basis, which extends the reinsemination interval for a larger percentage of cows. The number of days after AI at pregnancy diagnosis is another important criterion to be assessed when evaluating reinsemination intervals of dairy herds. Resynchronization protocols should be chosen based on insemination risk and day of pregnancy diagnosis after AI to avoid extending the interval between services.

Monitoring Reproductive Performance at Pregnancy Check. Monitoring the percentage of pregnant cows, which were submitted to a pregnancy diagnosis at pregnancy check, also referred to as palpation pregnancy rate, may be used as an up-to-date indicator of insemination risk of a herd. Herds with good insemination risk usually have 60-70% of cows pregnant at pregnancy check, if pregnancy check is done on a weekly basis. A lower percentage of pregnant cows suggest that cows were not detected in estrus before pregnancy diagnosis, which might indicate that heat detection has not been optimal recently.

Reproductive efficiency of dairy heifers

The key performance indicators discussed previously also can be used to monitor efficiency of heifer reproductive programs. For heifers, it is recommended that 21-day pregnancy risk be >30%, insemination risk >65%, and P/AI >50%. Before creating the pregnancy risk report, it is important to adjust for age at first breeding. First-AI conception risk should be >60%, and if sexed semen is used, the expected conception risk should be approximately 80 to 85% of that for conventional semen. The decision of age at first service should be based on body weight (BW) and stature of heifers. It is recommended that heifers should be first inseminated at 60% of expected mature cow BW. To evaluate stature, height at the withers should be measured, and the recommendations will vary according to breed.

Because age at first service is influenced by heifer size, nutrition of young stock plays a tremendous role in the heifer reproductive program, and consequently, age at first calving. In addition to nutrition and age at first service influencing age at first calving, efficiency of the heifer reproductive program will impact age at calving. Figure 5A depicts an efficient program in which heifers became pregnant in a timely manner after first AI (vertical axis) with a small variability in the age at first service (horizontal axis). On the other hand, Figure 5B depicts an inefficient program, in which heifers had an extended number of days from first AI to conception (vertical axis) and a large variability of age at first AI (horizontal axis).

Pregnancy loss

Pregnancy loss of heifers and lactating cows varies tremendously among herds. Previous studies showed variations in pregnancy loss of 3.2 to 42.7% from first pregnancy diagnosis until re-examination to verify pregnancy (Santos *et al.*, 2004). When assessing pregnancy loss of a herd using on-farm records, days at first pregnancy diagnosis and at re-examination of pregnancy confirmation should be considered. In addition, time of the year might be associated with pregnancy loss. Thus, evaluating pregnancy loss across the year might be useful to understand problems during specific periods of the year.

If pregnancy diagnosis is being conducted 35 to 42 d after AI, pregnancy losses are expected to be <5% and <15% for heifers and lactating cows, respectively. Pregnancy losses are expected to be greater in herds that conduct pregnancy diagnosis before 35 days after AI because once cows are diagnosed pregnant they are at risk for pregnancy loss, besides the fact that pregnancy loss is greater during early pregnancy. Pregnancy reconfirmation after first pregnancy diagnosis should be between 60 and 100 days of gestation. It is important to assess when pregnant cows are being re-examined for pregnancy confirmation because the cost of pregnancy loss will depend on when it is diagnosed–the cost increases with stage of gestation (De Vries, 2006). In addition, it is recommended to reconfirm pregnancies before initiation of the dry period (200 to 220 days of gestation).

CONCLUSIONS

When monitoring reproductive efficiency of dairy herds using records from on-farm software, it is important to recognize the presence of lag of each key performance indicator. Lag in the data of pregnancy risk and P/AI will depend how often pregnancy diagnosis is performed. In herds in which pregnancy diagnosis is being conducted <42 days since last insemination, pregnancy risks will contain lag of 42 days (two 21-day time periods). Pregnancy risk should be monitored frequently, at least on a monthly basis. Because heat detection and conception risks impact pregnancy risk, both traits should be evaluated in addition to pregnancy risk. Monitoring percentage of cows pregnant at pregnancy check can provide current information of the heat detection program of the farm.

TAKE HOME MESSAGE

Benchmarks of key performance indicators when assessing reproductive efficiency of dairy herds[1]:

I. Lactating cows

A. Overall

Pregnancy risk: *>20% (adjust for the VWP of the herd)*

Insemination risk: *>60%*

Overall conception risk: *>35%*

Conception risk of first service: *>40%*

Conception risk of 2+ services: *>30%*

Pregnancy loss: *<15%*

Assess the voluntary waiting period: *it should be established based on production and efficiency of the reproductive program*

Distribution of days at first service: *100% of cows should be inseminated before 100 DIM*

Average and distribution of reinsemination interval: *average should be less than 35 days*

Percentage of total herd pregnant: *>50%*

Percentage pregnant by 150 DIM: *>70%*

B. 1st lactation

Overall conception risk: *>35%*

Conception risk of first service: *>40%*

Conception risk of 2+ services: *>30%*

Average and median days open: *approximately 120 days (depends on persistency and production of 1st lactation cows)*

C. >1st lactation

Overall conception risk: *>30%*

Conception risk of first service: *>35%*

Conception risk of 2+ services: *>25%*

Average and median days open: *approximately 100 days (it depends on production of cows)*

II. Heifers

Pregnancy risk: *>30% (adjust for the VWP of the herd)*

Insemination risk: *>65%*

Overall conception risk: *>50%*

Conception risk of first service: *>60%*

Conception risk of 2+ services: *>45%*

Conception risk of sexed semen: *80-85% of the conception of the conventional semen*

Pregnancy loss: *5%*

Age at first AI: *12 to 14 months for Holstein heifers (depends on breed, body weight, and height of heifers)*

Distribution of age at first AI: *<30 days (depends on variation of body weight, and height among heifers)*

Interval from first AI to conception: *95% of pregnancies should be created within 100-120 days after first AI*

Age at first calving: *21 to 24 months for Holstein heifers (depends on breed, body weight, and height of heifers)*

[1] Disclaimer: some of these benchmarks were created based on field experience and do not reflect results from a controlled study.

REFERENCES

- Cabrera, V.E. 2014. Economics of fertility in high-yielding

dairy cows on confined TMR systems. Animal 8 Suppl. 1:211–221.

- De Vries, A. 2006. Economic Value of Pregnancy in Dairy Cattle. J. Dairy Sci. 89:3876–3885.
- Gabler, M.T., P.R. Tozer, and A.J. Heinrichs. 2000. Development of a Cost Analysis Spreadsheet for Calculating the Costs to Raise a Replacement Dairy Heifer. J. Dairy Sci. 83:1104–1109.
- Santos, J.E.P., W.W. Thatcher, R.C. Chebel, R.L.A. Cerri, and K.N. Galvão. 2004. The effect of embryonic death rates in cattle on the efficacy of estrus synchronization programs. Anim. Reprod. Sci. 82-83:513–535.
- Tozer, P.R., and A.J. Heinrichs. 2001. What Affects the Costs of Raising Replacement Dairy Heifers:
- A Multiple-Component Analysis. J. Dairy Sci. 84:1836–1844.

21 day pregnancy risk|Wait Period 50

Date	Br Elig	Bred	Pct	Pg Elig	Preg	Pct	Aborts
1/03/14	252	172	68	247	75	30	9
1/24/14	257	177	69	247	66	27	4
2/14/14	268	175	65	261	63	24	10
3/07/14	273	188	69	253	78	31	4
3/28/14	256	172	67	249	69	28	19
4/18/14	264	158	60	259	56	22	4
5/09/14	279	178	64	276	67	24	9
5/30/14	292	202	69	287	79	28	6
6/20/14	300	185	62	298	62	21	8
7/11/14	333	195	59	328	59	18	7
8/01/14	368	255	69	362	61	17	10
8/22/14	389	267	69	380	73	19	6
9/12/14	376	239	64	373	59	16	8
10/03/14	397	267	67	386	71	18	10
10/24/14	400	254	64	393	78	20	3
11/14/14	393	262	67	387	82	21	3
12/05/14	399	288	72	395	81	21	1
12/26/14	404	265	66	0	0	0	0
1/16/15	326	255	78	0	0	0	0
Total	5496	3634	66	5381	1179	22	121

Average pregnancy risk = 27%

Average pregnancy risk = 19%

Figure 1A. Report of 21-day pregnancy risk from 01/03/2014 to 01/16/2015 from a commercial dairy farm. Average 21-day pregnancy risk from 01/03/14 to 05/30/14 was 27%. Average 21-day pregnancy risk from 06/20/14 to 12/05/14 was 19%.

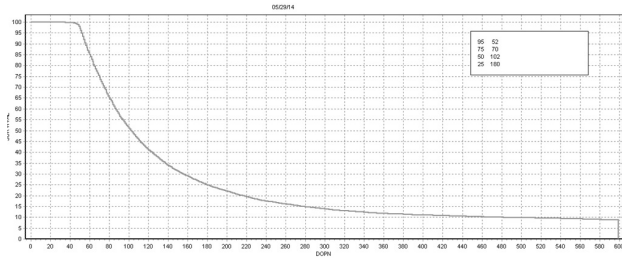


Figure 1B. Survival curve of days to conception (days open) created from the on-farm software on 05/29/2014. Median days open, 50% of cows diagnosed pregnant and 50% of cows diagnosed open, was 102. Average 21-day pregnancy risk for the previous 5 months was 27% (Figure 1A).

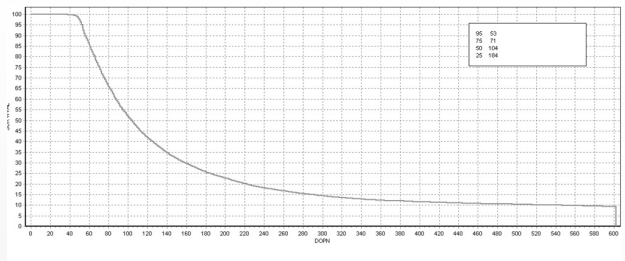


Figure 1C. Survival curve of days to conception (days open) created from the on-farm software on 01/12/2015. Median days open, 50% of cows diagnosed pregnant and 50% of cows diagnosed open, was 104. Despite the fact that 21-day pregnancy risk decreased after May of 2014 (Figure 1A), days open changed only two days when comparing reports created on 05/29/2014 and 01/12/2015 (102 vs 104 days open).

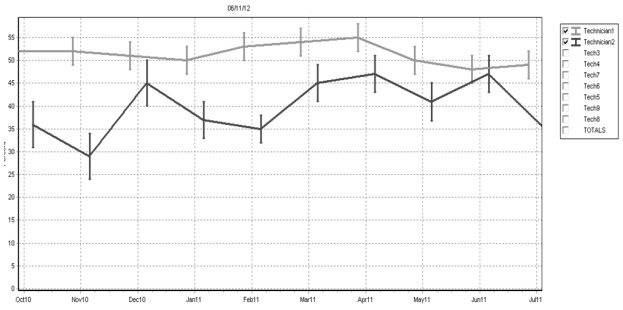


Figure 2. Report from on-farm management software comparing pregnancy per AI (**P/AI**) of two technicians from a commercial dairy. To compare P/AI of technicians, the information in the graph consists of first AI of first lactation cows inseminated in estrus according to month. Each technician had a minimum of 150 cows inseminated by month.

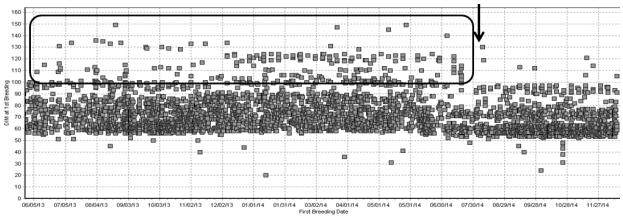


Figure 3A. Graph of days in milk (**DIM**) at first AI. Horizontal axis represents date of first AI. Vertical axis represents DIM at first AI. Black arrow indicates when protocol for first service was changed in the dairy to decrease the number of cows inseminated after 100 DIM.

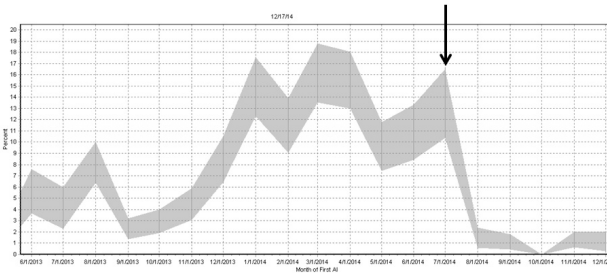


Figure 3B. Percentage of cows inseminated after 100 days in milk (**DIM**) according to month of first AI. The black arrow indicates when the protocol of first AI was changed with the intention to decrease the percentage of cows inseminated after 100 DIM.

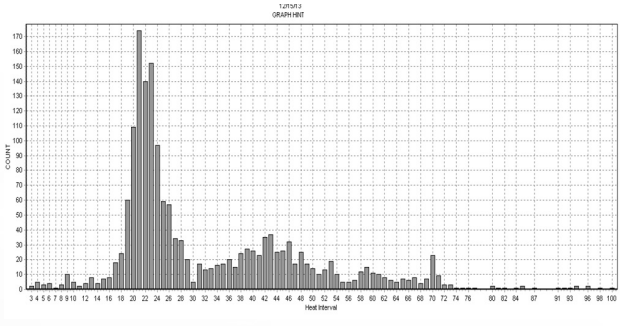


Figure 4A. Reinsemination pattern of lactating cows from Dairy A (mean ± standard deviation = 32.2 ± 15.7 days). Horizontal axis represents days since last insemination. Vertical axis represents number of inseminations.

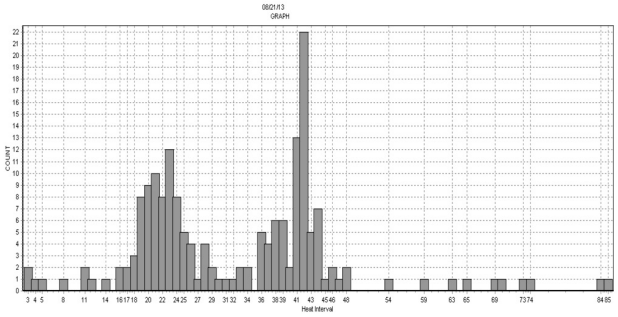


Figure 4B. Reinsemination pattern of lactating cows from Dairy B (mean ± standard deviation = 32.5 ± 14.1 days). Horizontal axis represents days since last insemination. Vertical axis represents number of inseminations.

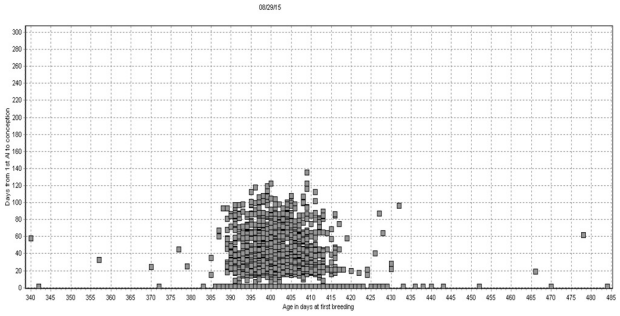


Figure 5A. Heifer reproductive program from Dairy A. Horizontal axis represents days at first AI and vertical axis represents the interval from first AI to conception of pregnant heifers. First inseminations occurred approximately between 12.7 to 13.8 months of age, and the majority of heifers became pregnant within 120 days after first AI.

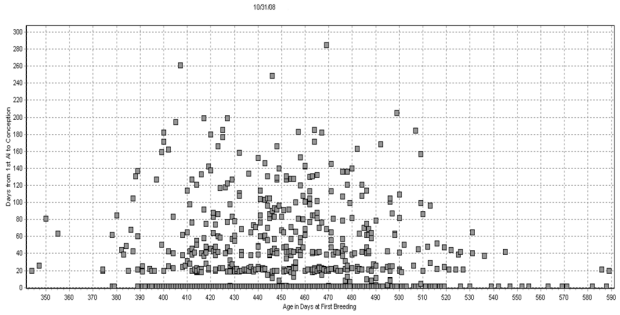


Figure 5B. Heifer reproductive program from Dairy B. Horizontal axis represents days at first AI and vertical axis represents the interval from first AI to conception of pregnant heifers. First inseminations occurred approximately between 12.5 to 17.1 months of age, and the majority of heifers became pregnant within 200 days after first AI.

ESTADO ACTUAL DE LA REDUCCIÓN INDUCIDA DE GEMELOS Y DE LA PREVENCIÓN DE GESTACIONES GEMELARES EN GANADO VACUNO LECHERO

Fernando López Gatius[a,b], Beatriz Serrano Pérez[b,c], Irina Garcia Ispierto[b,c]

a. Transfer in Bovine Reproduction SLu, 22300 Barbastro.
b. Agrotecnio, Universidad de Lleida, 25198 Lleida.
c. Departmento de Ciencia Animal, Universidad de Lleida, 25198 Lleida.

Los partos dobles que son bienvenidos en ganado vacuno de carne (Echternkamp *et al.*, 2004; Hashiyada, 2017), e incluso han sido considerados un símbolo cultural en el desarrollo primitivo del concepto de la fertilidad humana (López-Gatius y Hunter, 2018b), son un enorme problema económico en las explotaciones de ganado vacuno lechero. En un estudio sobre 12587 partos se estimó una pérdida media de vida productiva de hasta 200 días en las vacas que parieron gemelos, comparada a la vida productiva de las vacas con parto de un único ternero (Andreu-Vázquez *et al.*, 2012). La alta incidencia de parto distócico, retención placentaria y metritis puerperal suelen ser causas de la alta tasa de eliminación de las vacas con partos dobles. Sin embargo, el problema ya comienza en el momento del diagnóstico de gestación, sobre los 28-34 días tras la inseminación.

La gestación gemelar es el principal factor de carácter no infeccioso de riesgo de pérdida de la gestación durante el primer trimestre de la misma. El riesgo de pérdida de la gestación de una vaca gestante de gemelos es hasta siete superior que el de una vaca con gestación de un solo feto (López-Gatius *et al.*, 2017). No es un problema poco frecuente. La incidencia de gestaciones gemelares en las vacas multíparas puede superar el 20%. De hecho, ya en el momento del diagnóstico se estima una pérdida de entre 97 y 225 dólares USA (Mur-Novales *et al.*, 2018). El rango depende del tipo de gestación gemelar (unilateral o bilateral), edad de la vaca y de los días de lactación. La gestación unilateral y multiparidad conllevan un mayor riesgo de pérdida de la gestación. Una lactación avanzada en el momento de la gestación ya es un riesgo económico directo por la posible eliminación de la vaca. Estas pueden considerarse razones más que suficientes para intentar reducir los efectos negativos de las gestaciones gemelares y los partos dobles.

Propuestas para atenuar el efecto negativo de las gestaciones gemelares incluyen la terapia hormonal y la reducción inducida de los gemelos. Por ejemplo, el tratamiento con GnRH en el momento del diagnóstico de la gestación favorece el mantenimiento de la gestación en las vacas con gestación gemelar, acompañado de un incremento de la incidencia de reducción espontánea de la gestación gemelar a gestación simple (Garcia-Ispierto y López-Gatius, 2018). Referente a la reducción inducida de gemelos, la ruptura de la vesícula amniótica o la aspiración eco-guiada de fluido amniótico-alantoideo pueden llevarse a cabo a nivel de campo y reducir el porcentaje de partos dobles (López-Gatius y Hunter, 2017). Sin embargo, estas técnicas pueden incrementar el riesgo de pérdida de la gestación, sobre todo debido a la poca experiencia del operador o a diferentes tipos de estrés. La fusión vascular de ambos fetos característica de los rumiantes (Williams *et al.*, 1963; Echternkamp, 1992), puede ser el motivo de estas pérdidas. Con todo, valorando diferentes situaciones productivas de las explotaciones, su aplicación es soportable desde un punto de vista económico hasta un nivel de pérdidas aproximado del 40% (Mur-Novales *et al.*, 2018).

Dado que la terapia hormonal no participa en la reducción de los partos dobles y la reducción inducida de gemelos puede incrementar el riesgo de pérdida de la gestación, se ha desarrollado recientemente una técnica con la que se han podido eliminar las gestaciones gemelares actuando antes, en el momento de la inseminación (López-Gatius y Hunter, 2018a). La técnica se basa en puncionar los folículos de tamaño ovulatorio provocando un rápido vaciado de los mismos, sin necesidad de succión, dejando el folículo de mayor tamaño o dominante sin puncionar. Los folículos puncionados tienen un diámetro superior a los 10 mm. Esta técnica elimina el riesgo de pérdida de la gestación por el proceso de reducción inducida gemelar, no afecta a la fertilidad e incrementa la incidencia de un cuerpo lúteo adicional. Tras la punción, prácticamente todas las vacas desarrollan una estructura semejante a un cuerpo lúteo. Ya que un número de cuerpos lúteos superior al número de embriones es un fuerte apoyo al mantenimiento de la gestación (Löpez-Gatius, 2012), posiblemente la técnica incluya el factor positivo añadido de la reducción de pérdidas de la gestación durante el primer trimestre. La punción se ha practicado con el apoyo ecográfico, de forma similar a la punción folicular en el "ovum pick up", pero se está desarrollando con eficacia con una cánula de punción folicular sin necesidad de ecógrafo.

Finalmente, y no menos importante, se podrían también eliminar las gestaciones gemelares con la transferencia de embriones. La transferencia embrionaria se ha considerado además una técnica para favorecer la fertilidad en vacas de baja fertilidad (Kanazawa *et al.*, 2017), por ejemplo en las vacas multíparas, que por otra parte son las que tienen más riesgo de desarrollar una gestación gemelar (López-Gatius *et al.*, 2017).

En esta presentación describimos aspectos, resultados y perspectivas de las técnicas de reducción y prevención de la gestación gemelar.

Referencias

- Andreu-Vázquez C, Garcia-Ispierto I, Ganau S, Fricke PM, López-Gatius F. Effects of twinning on the subsequent reproductive performance and productive lifespan of high-producing dairy cows. Theriogenology 2012; 78: 2061-2070.
- Echternkamp SE. Fetal development in cattle with multiple ovulations. J Anim Sci 1992; 70: 2309-2321.
- Echternkamp SE, Roberts AJ, Lunstra DD, Wise T, Spicer LJ. Ovarian follicular development in cattle selected for twin ovulations and births. J Anim Sci 2004; 82: 459-471.
- Garcia-Ispierto I, López-Gatius F. The effects of a single or double GnRH dose on pregnancy survival of high produc-

ing dairy cows carrying singletons or twins. J Reprod Dev 2018; 64: 523-527.

- Hashiyada Y. The contribution of efficient production of monozygotic twins to beef cattle breeding. J Reprod Dev 2017; 63: 527-538.
- Kanazawa T, Seki M, Ishiyama K, Araseki M, Izaike Y, Takahasi T. Administration of gonadotropin-releasing hormone agonist on Day 5 increases luteal blood flow and improves pregnancy prediction accuracy on Day 14 in recipient Holstein cows. J Reprod Dev 2017; 63: 389-399.
- López-Gatius F. Factors of a noninfectious nature affecting fertility after artificial insemination in lactating dairy cows. A review. Theriogenology 2012; 77: 1029-1041.
- López-Gatius F, Hunter RHF. From pre-ovulatory follicle palpation to the challenge of twin pregnancies: Clinical reflections following one million gynaecological examinations in dairy cows. Reprod Domest Anim 2017; 52(Suppl 4): 4-11.
- López-Gatius F, Hunter RHF. Puncture and drainage of the subordinate follicles at timed artificial insemination prevents the risk of twin pregnancy in dairy cows. Reprod Domest Anim 2018a; 53: 213-216.
- López-Gatius F, Hunter RHF. Fertility, fecundity and the creative instinct. J Gynecol Obstet Hum Reprod 2018b; 47: 581-582.
- López-Gatius F, Andreu-Vázquez C, Mur-Novales R, Cabrera VE, Hunter RHF. The dilemma of twin pregnancies in dairy cattle. A review of practical prospects. Liv Sci 2017; 197: 12-16.
- Mur-Novales R, López-Gatius F, Fricke PM, Cabrera VE. An economic evaluation of management strategies to mitigate the negative effect of twinning in dairy herds. J Dairy Sci 2018; 101: 8335-8349.
- Williams G, Gordon I, Edwards J. Observations on the frequency of fused foetal circulations in twin-bearing cattle. Br Vet J 1963; 119: 467-472.

IMPACTO DEL ESTRÉS POR CALOR EN LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA DE LOS REBAÑOS LECHEROS

Luís G. D. Mendonça, D.V.M., M.S.

El estrés térmico es uno de los problemas más costosos de la industria láctea en varios países. Los rebaños afectados por el estrés por calor han disminuido el número de gestaciones creados durante los meses de verano debido a la fertilidad comprometida, lo que resulta en importantes implicaciones para los productores lácteos. El aumento en los días abiertos afecta negativamente la eficiencia general del rebaño y cambia el patrón de partos a lo largo del año. Debido a que el número de vacas que quedan preñadas después del verano aumenta, una gran proporción de partos ocurre en el verano siguiente. La inconveniencia de tener una gran proporción de vacas pariendo en una época específica del año puede resultar en problemas mayores de transición debido al aumento de la densidad de población en los corrales pre y postparto durante los períodos de estrés por calor. Los rebaños con una fertilidad reducida durante el verano podrían enfrentarse a estos retos cada año. La figura 1 muestra el patrón de partos entre 2011 y 2018 de un rebaño en los Estados Unidos afectado por el estrés por calor. Debido al extenso impacto económico del estrés por calor en la rentabilidad del rebaño, es difícil determinar el costo de oportunidad real de implementar estrategias de reducción de calor para minimizar los efectos negativos del estrés por calor en la fertilidad. Además, es difícil estimar el aumento real de la eficiencia reproductiva mediante la aplicación de estrategias de reducción del calor, limitando una estimación precisa del rendimiento de la inversión mediante la adición de sistemas de refrigeración en los rebaños de vacas lecheras. Las diferencias en el diseño de las instalaciones de los rebaños lecheros pueden restringir los enfoques de talla única para minimizar el impacto del estrés por calor en la fertilidad. Al implementar estrategias de reducción de calor en los rebaños, el objetivo principal debe ser reducir la carga de calor de las vacas lecheras. Para reducir la carga de calor de las vacas, es clave determinar los principales cuellos de botella de las instalaciones que contribuyen a aumentar la temperatura corporal central durante los períodos de estrés por calor.

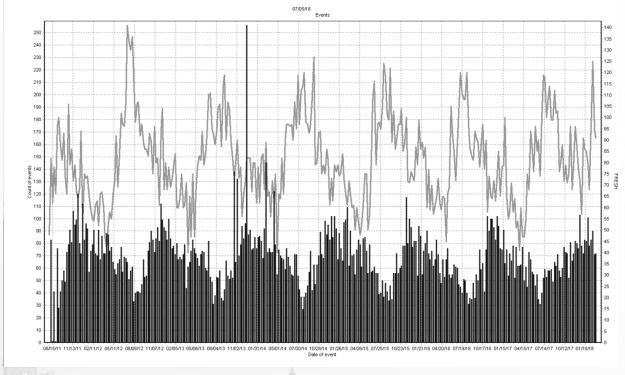


Figura 1. Número de partos (línea roja - eje vertical derecho) y gestaciones creados (barras azules - eje vertical izquierdo) de 2011 a 2018 de un rebaño estadounidense con fertilidad reducida durante los períodos de estrés por calor en verano (junio a agosto). Se puede observar una reducción del número de gestaciones y el gran número de partos durante el verano, que son consecuencia del estrés por calor.

El corral de espera y la sala de ordeño son áreas importantes que deben ser evaluadas para entender si la severidad del estrés por calor está siendo exacerbada en estas áreas. El tiempo de ordeño puede ser uno de los principales culpables de aumentar el estrés por calor en las vacas en lactación. Una gran concentración de vacas, un flujo de aire deficiente y la falta de reducción del calor en el corral de espera pueden ser una de las principales razones para que las vacas en periodo de lactancia aumenten la temperatura corporal central, lo que tiene efectos perjudiciales sobre la fertilidad. Por otro lado, el ordeño puede ser un momento excepcional para reducir el estrés térmico de las vacas en lactación porque se pueden implementar estrategias de enfriamiento eficientes. En experimentos realizados por nuestro grupo de investigación en 2014 y 2017 (Rocha *et al.*, 2014; Mendonça y Scanavez, 2017), evaluamos si el tiempo de ordeño era el factor limitante para lograr resultados reproductivos aceptables durante el verano de un rebaño históricamente afectado por el estrés térmico. En experimentos realizados por nuestro grupo de investigación en 2014 y 2017 (Rocha *et al.*, 2014; Mendonça y Scanavez, 2017), evaluamos si el tiempo de ordeño era el factor limitante para lograr resultados reproductivos aceptables durante el verano de un rebaño históricamente afectado por el estrés térmico. Los registradores de temperatura se conectaron a un dispositivo CIDR en blanco y se insertaron en las vacas durante 5 a 7 días (las temperaturas se evaluaron en los mismos días). El hato 1 tuvo el problema histórico de no lograr una eficiencia reproductiva aceptable durante el verano (21-d riesgo de gestación< 18% de junio a agosto). Aunque las vacas del hato 2 también estuvieron expuestas al estrés por el calor, el riesgo de gestación de 21 días del hato fue > 19% de junio a agosto. Durante la estación fría, la eficiencia reproductiva de ambos rebaños fue comparable.

En la evaluación realizada en 2014, el porcentaje de tiempo que las vacas pasaron con temperatura vaginal > 39°C fue 75,9% y 56,4% para el hato 1 y el hato 2, respectivamente. En el hato 2, la temperatura vaginal durante el ordeño disminuyó en comparación con la temperatura 3 horas antes del ordeño (Rocha *et al.*, 2014), lo que indica que el enfriamiento en el corral era apropiado. Sin embargo, la temperatura vaginal de las vacas del hato 1 no disminuyó en todos los casos de ordeño (Figura 2), sugiriendo que las vacas no estaban siendo enfriadas en el corral de espera y en la sala de ordeño. Después de esta evaluación inicial, el hato 1 instaló nuevas estrategias de reducción de calor y la temperatura vaginal de las vacas de ambos hatos fue evaluada en 2017. Los datos relativos a la evaluación de 2017 demostraron que el porcentaje de tiempo que las vacas pasaron con la temperatura vaginal > 39°C y la temperatura promedio no difirió entre las vacas de ambos rebaños. En 2017, el riesgo de gestación de 21 días durante el verano fue de 26,1% y 23,8% para el hato 1 y el hato 2 (Mendonça y Scanavez, 2017), respectivamente. Este estudio de caso sugiere que se puede lograr una mayor eficiencia reproductiva durante el verano disminuyendo la carga de calor de las vacas lactantes mediante el uso de estrategias de reducción de calor, y el enfriamiento utilizado en el corral y la sala de espera debe ser un enfoque importante. La temperatura vaginal de las vacas en lactación puede ser evaluada en lecherías comerciales utilizando registradores de temperatura para evaluar si la temperatura corporal

central aumenta durante el tiempo de ordeño. Esta información puede ayudar a los veterinarios a demostrar a los productores la necesidad de implementar sistemas de refrigeración.

El corral y la sala de ordeño son áreas en las que todas las vacas lactantes del rebaño pasan parte del día. Por lo tanto, la inversión en enfriamiento en estas áreas beneficiará a todo el rebaño lactante. La figura 3 muestra la temperatura vaginal de las vacas de 4 rebaños durante el verano. Se ve que las vacas de un hato (línea azul punteada) aumentaron la temperatura vaginal durante el tiempo de ordeño, indicando que para este hato se debería mejorar el enfriamiento del corral o de la sala de ordeño.

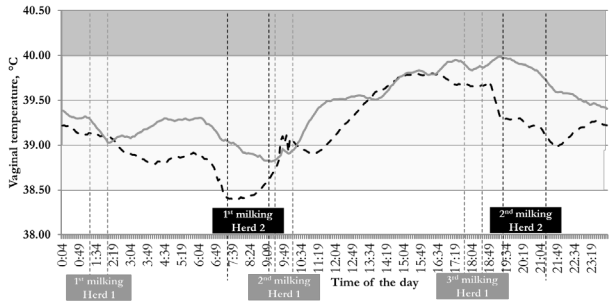


Figura 2. Temperatura vaginal de las vacas Holstein lactantes de 2 rebaños durante el verano (Rocha *et al.*, 2014). El hato 1 (línea roja sólida) tuvo menor fertilidad que el hato 2 (línea negra discontinua) durante el verano. Sin embargo, la fertilidad fue similar para ambos hatos durante la estación fría (Mendonça y Scanavez, 2017). Las líneas punteadas verticales indican la hora en que se ordeñaron las vacas. En el hato 2 se pudo enfriar a las vacas durante el ordeño. Las vacas del hato 1 no disminuyeron la temperatura vaginal en todos los momentos del ordeño debido al enfriamiento limitado en el corral de espera y en la sala de ordeño. Las vacas fueron ordeñadas tres veces y dos veces al día en el hato 1 y 2, respectivamente.

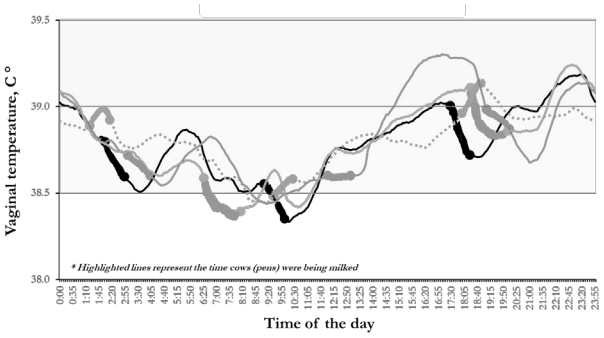


Figura3. Temperatura vaginal de las vacas Holstein lactantes de 4 rebaños durante el verano. Las vacas del rebaño representadas en la línea de puntos azul aumentaron la temperatura vaginal en el momento del ordeño. Se evaluaron las temperaturas durante 7 días utilizando registradores intravaginales para determinar las áreas potenciales de oportunidades para mejorar el enfriamiento en los rebaños.

La hipertermia durante los períodos de estrés por calor afecta la calidad de los ovocitos, la tasa de fertilización y la alteración de las concentraciones de hormonas esteroides. Las intervenciones hormonales para superar la fertilidad comprometida durante el estrés por calor han sido investigadas por investigadores de varios países. Aunque algunos experimentos han demostrado que algunas intervenciones aumentan la fertilidad de las vacas, el beneficio del tratamiento hormonal es limitado. En un estudio en el que tratamos a las vacas con GnRH en el IA o 5 días después del IA para mejorar la fertilidad durante el verano, sólo las vacas con lactancia materna número > 3 habían aumentado la preñez por IA al ser tratadas con GnRH en el IA y 5 días después del IA (Mendonça *et al.*, 2017). En otro experimento que intentamos inducir la ciclicidad de las vacas anovulares y aumentar las concentraciones de progesterona antes del primer IA (Voelz *et al.*, 2016), el beneficio de la intervención (tratamiento con GnRH antes del IA) no fue consistente en todos los rebaños. Debido a que la causa de la fertilidad deficiente durante el verano es multifactorial, las estrategias hormonales no son la mejor solución para lograr una alta eficiencia reproductiva. La reducción de la temperatura corporal central durante los períodos de estrés por calor debe ser el objetivo para aumentar el rendimiento reproductivo de las vacas en lactación.

En un informe que evaluó la eficiencia reproductiva de 25 rebaños estadounidenses (Scanavez *et al.*, 2016), la razón principal del bajo riesgo de gestación a 21 días durante el verano fue la disminución de la gestación por IA. Interesantemente, el riesgo de inseminación no disminuyó significativamente durante los meses de verano para estos rebaños. Es probable que el uso de protocolos de IA a tiempo fijo combinados con programas eficientes de detección de celo pueda superar el problema potencial de la baja expresión de celo causada por el estrés por calor. La proporción de gestaciones entre cálidos y fríos por IA osciló entre el 75 y el 86% entre 2013 y 2015. La evaluación de la relación entre calor y frío de la gestación por IA a lo largo de los años de rebaños lecheros puede ser informativa y ayudar a determinar la necesidad de implementar estrategias de enfriamiento para minimizar el impacto del estrés por calor en la fertilidad.

En resumen, el bajo rendimiento reproductivo de las vacas lecheras lactantes durante el verano tiene un tremendo impacto económico. Por lo tanto, es importante considerar la implementación de estrategias de reducción de calor para aumentar la gestación por IA y el riesgo de gestación de 21 días durante el verano.

BIBLIOGRAFÍA

En la versión inglesa

ENGLISH VERSION ▾

IMPACT OF HEAT STRESS ON REPRODUCTIVE EFFICIENCY OF DAIRY HERDS

Luís G. D. Mendonça, D.V.M., M.S.

Heat stress is one of the costliest problems of the dairy industry in several countries. Herds affected by heat stress have decreased number of pregnancies created during summer months because of compromised fertility, which results in major implications for dairy producers. Increase in days open negatively impacts overall efficiency of the herd and changes the calving pattern across the year. Because the number of cows becoming pregnant after summer is increased, a large proportion of calvings occur in the following summer. The inconvenience of having a large proportion of cows calving at one specific time of the year may result in major transition cow problems because of increased stocking density in the pre- and postpartum pens during periods of heat stress. Herds with reduced fertility during the summer might face these challenges every year. Figure 1 demonstrates the calving pattern from 2011 to 2018 of a herd in the U.S. affected by heat stress. Because of the extensive economic impact of heat stress on profitability of the herd, it is difficult to determine the real opportunity cost of implementing heat abatement strategies to minimize the negative effects of

heat stress on fertility. In addition, it is challenging to estimate the actual increase in reproductive efficiency by implementing heat abatement strategies, limiting an accurate estimation of return on investment by adding cooling systems in dairy herds. Differences in facility design of dairy herds may restrict one-size-fits-all approaches to minimize the impact of heat stress on fertility. When implementing heat abatement strategies in herds, the main goal should be to reduce heat load of dairy cows. To reduce heat load of cows, it is key to determine the main bottlenecks of the facilities that contribute to increased core body temperature during periods of heat stress.

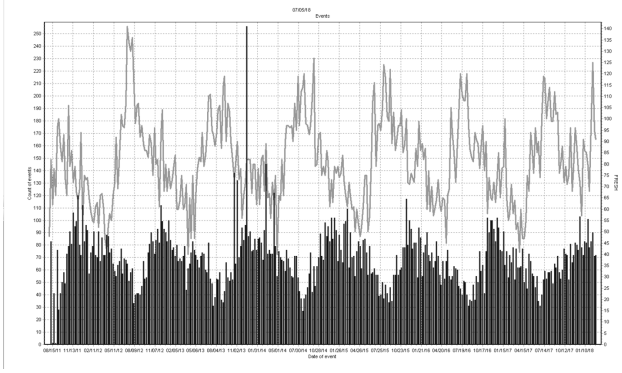


Figure 1. Number of calvings (red line – right vertical axis) and pregnancies created (blue bars – left vertical axis) from 2011 to 2018 from a U.S. herd with reduced fertility during periods of summer heat stress (June to August). It is possible to note the reduced number of pregnancies and large number of calvings during the summer, which are a consequence of heat stress.

The holding pen and the milking parlor are important areas to be evaluated in order to understand whether severity of heat stress is being exacerbated in these areas. Milking time may be one of the main culprits to increase heat stress in lactating cows. Large concentration of cows, poor air flow, and lack of heat abatement in the holding pen may be one of the main reasons for lactating cows to increase core body temperature, which poses detrimental effects on fertility. On the other hand, milking may be an exceptional time to reduce heat stress of lactating cows because efficient cooling strategies may be implemented. In experiments conducted by our research group in 2014 and 2017 (Rocha *et al.*, 2014; Mendonça and Scanavez, 2017), we evaluated whether milking time was the limiting factor to achieve acceptable reproductive outcomes during summer of a herd historically affected by heat stress. Vaginal temperatures were assessed from lactating cows at similar stages of lactation and milk production from 2 herds located in the same region (herds were 18 km apart). Temperature loggers were attached to a blank CIDR device and were inserted into cows for 5 to 7 days (temperatures were assessed in the same days). Herd 1 had a historical problem of not achieving acceptable reproductive efficiency during summer (21-d pregnancy risk < 18% from June to August). Even though cows from herd 2 were also exposed to heat stress, 21-d pregnancy risk of the herd was > 19% from June to August. During the cool season reproductive efficiency of both herds was comparable.

In the assessment conducted in 2014, percentage of time that cows spent with vaginal temperature > 39°C was 75.9% and 56.4% for herd 1 and herd 2, respectively. In herd 2, vaginal temperature at milking was decreased compared with temperature 3 hours before milking (Rocha *et al.*, 2014), indicating that cooling in the holding pen was appropriate. Nonetheless, vaginal temperature of cows from herd 1 did not decrease at all milking instances (Figure 2), suggesting that cows were not being cooled in the holding pen and parlor. After this initial assessment, herd 1 installed new heat abatement strategies and vaginal temperature of cows from both herds were assessed at 2017. Data pertaining to the 2017 assessment demonstrated that percentage of time that cows spent with vaginal temperature > 39°C and average temperature did not differ between cows from both herds. In 2017, 21-d pregnancy risk during the summer was 26.1% and 23.8% for herd 1 and herd 2 (Mendonça and Scanavez, 2017), respectively. This case study suggests that greater reproductive efficiency may be achieved during the summer by decreasing heat load of lactating cows by using heat abatement strategies, and cooling used in the holding pen and parlor should be a major focus. Vaginal temperature of lactating cows can be assessed in commercial dairies by using temperature loggers to evaluate whether core body temperature is increased during milking time. This information may assist veterinarians to demonstrate to producers the need to implement cooling systems.

The holding pen and milking parlor are areas that all lactating cows of the herd spend part of the day. Thus, investing in cooling in these areas will benefit the entire lactating herd. Figure 3 depicts vaginal temperature of cows from 4 herds during summer. It is possible to note that cows from one herd (blue dotted line) increased vaginal temperature during milking time, indicating that this herd should improve cooling in the holding pen or parlor.

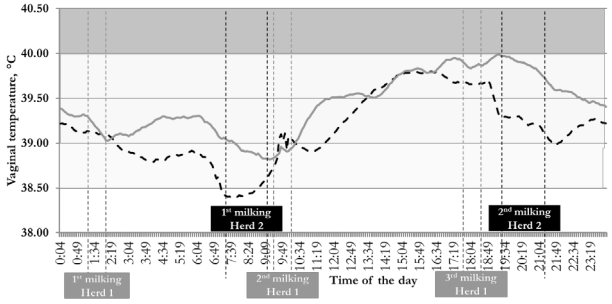


Figure 2. Vaginal temperature of lactating Holstein cows from 2 herds during summer (Rocha *et al.*, 2014). Herd 1 (solid red line) had lower fertility than herd 2 (dashed black line) during the summer. Nonetheless, fertility was similar for both herds during the cool season (Mendonça and Scanavez, 2017). Vertical dashed lines indicate the time that cows were milked. Herd 2 was able to cool cows during milking time. Cows from herd 1 did not decrease vaginal temperature at all milking instances because of limited cooling in the holding pen and parlor. Cows were milked thrice and twice daily in herd 1 and herd 2, respectively.

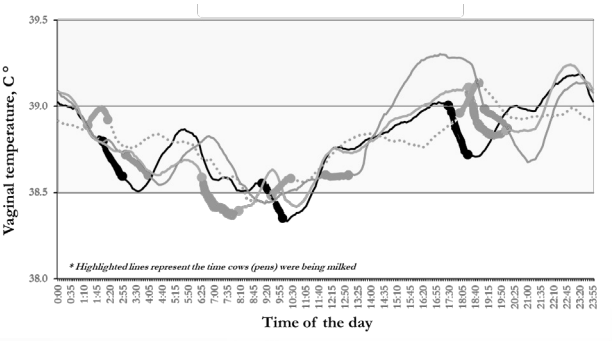


Figure 3. Vaginal temperature of lactating Holstein cows from 4 herds during summer. Cows from the herd represented in the blue dotted line increased vaginal temperature at milking time.

Temperatures were assessed for 7 days using intravaginal loggers to determine potential areas of opportunities to improve cooling in the herds.

Hyperthermia during periods of heat stress impacts oocyte quality, fertilization rate, and altered concentrations of steroid hormones. Hormonal interventions to overcome compromised fertility during heat stress have been investigated by researchers from several countries. Although some experiments have shown that some interventions increased fertility of cows, the benefit of hormonal treatment is limited. In a study that we treated cows with GnRH at AI or 5 days after AI in order to improve fertility during summer, only cows with lactation number > 3 had increased pregnancy per AI by being treated with GnRH at AI and 5 days after AI (Mendonça *et al.*, 2017). In another experiment that we attempted to induce cyclicity of anovular cows and increase concentrations of progesterone before first AI (Voelz *et al.*, 2016), the benefit of the intervention (treatment with GnRH before AI) was not consistent across herds. Because the cause of poor fertility during the summer is multifactorial, hormonal strategies are not the best solution to achieve high reproductive efficiency. Reducing core body temperature during periods of heat stress should be the focus to increase reproductive performance of lactating cows.

In a report that evaluated reproductive efficiency of 25 U.S. herds (Scanavez *et al.*, 2016), the main reason for low 21-d pregnancy risk during summer was decreased pregnancy per AI. Interestingly, insemination risk did not decrease significantly during summer months for these herds. It is likely that using timed-AI protocols combined with efficient estrus detection programs may overcome the potential issue of low estrus expression caused by heat stress. The warm to cool ratio of pregnancy per AI ranged from 75 to 86% from 2013 to 2015. Evaluating the warm to cool ratio of pregnancy per AI across years of dairy herds may be informative and help determine the need of implementing cooling strategies to minimize the impact of heat stress on fertility.

In summary, poor reproductive performance of lactating dairy cows during summer have a tremendous economic impact. Therefore, it is important to consider implementation of heat abatement strategies to increase pregnancy per AI and 21-d pregnancy risk during summer.

REFERENCES

- Mendonca, L.G.D. and A.L.A. Scanavez. 2017. "Case Study: Improving Heat Abatement Strategies for Lactating Dairy Cows in Southwest Kansas." Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports: Vol. 3: Iss. 8. https://doi.org/10.4148/2378-5977.7517.
- Mendonça, L.G.D., F.M. Mantelo, and J.S. Stevenson. 2017. Fertility of lactating dairy cows treated with gonadotropin-releasing hormone at AI, 5 days after AI, or both, during summer heat stress. Theriogenology 91:9–16.
- Voelz, B.E., L. Rocha, F. Scortegagna, J.S. Stevenson, and L.G.D. Mendonça. 2016. Treatment of lactating dairy cows with gonadotropin-releasing hormone before first insemination during summer heat stress. J. Dairy Sci. 99:7612–7623.
- Rocha, L., L.E. Hulbert, F. Scortegagna, B.E. Voelz, and L.G.D. Mendonça. 2014. "Milking time during periods of heat stress: part of the solution or part of the problem?" Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports: Vol. 0: Iss. 2. https://doi.org/10.4148/2378-5977.3113.
- Scanavez, A.L.A.., B.E. Voelz, and L.G.D. Mendonça. 2016. "Benchmarking Reproductive Efficiency and Transition Cow Health of Kansas Dairy Herds." Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports: Vol. 2: Iss. 9. http://dx.doi.org/10.4148/2378-5977.1327.

HERRAMIENTAS PARA GANADEROS Y VETERINARIOS PARA MEJORAR Y DEMOSTRAR EL BIENESTAR DE SUS ANIMALES

Marta E. Alonso[1] y Juan M. Lomillos[2]

1 Departamento de Producción Animal, Facultad de Veterinaria. Universidad de León. León. España. marta.alonso@unileon.es
2 Departamento de Producción y Sanidad Animal, Salud Pública Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad Cardenal Herrera-CEU. Valencia. España. juan.lomillos@uchceu.es

En la actual situación socioeconómica, el público tiene una gran influencia sobre el mercado de los productos de origen animal actuando como ciudadanos, influyendo en las políticas gubernamentales manifestando la preocupación pública (de Graaf *et al.*, 2016) y como consumidores, pues sus decisiones de compra pueden estar influenciadas por sus creencias sobre el bienestar de los animales en sus granjas de origen. Así, se demandan productos que se hayan obtenido de animales criados y mantenidos en condiciones que cubran sus necesidades fisiológicas y etológicas, permitiendo una vida libre de dolor, estrés o miedo, lo que de uno u otro modo se engloba bajo el término global de bienestar animal (BA). ¿Cuál es el problema ahora? El problema es que muchos consumidores actuales y la mayoría de los futuros viven en un entorno urbano muy alejado de las áreas rurales con escaso o nulo contacto con los animales de producción. En los últimos años cuando preguntamos a nuestros estudiantes de tercero de grado en veterinaria de la Facultad de León o de Valencia sobre su origen, más del 90 % declaran pertenecer al entorno urbano, cuando hace unas décadas la situación era la opuesta. De este modo, se suman la escasez de conocimiento sobre los animales de producción y la tenencia de mascotas, que consideran como miembros de su familia, con los que han establecido vínculos emocionales que elevan su estatus moral y por extensión el de todos los animales.

Se hace evidente que ha cambiado el modo en el que la mayoría de la población se relaciona con los animales. Según datos de una encuesta que realizamos en León entre consumidores y estudiantes (Alonso *et al.*, 2018) el 69 % declararon estar interesados o muy interesados en el bienestar de los animales y solo el 5 % manifestó nula preocupación (Gráfico 1). Estos resultados coinciden con otras publicaciones que recogen el interés espontáneo y creciente en la sociedad a nivel mundial (Miele, 2010, Toma *et al.*, 2012, Spooner *et al.*, 2014, de Graaf *et al.*, 2016, Thorslund *et al.*, 2016, Clark *et al.*, 2017, Miranda-de la Lama *et al.*, 2017, Grunert *et al.*, 2018, Mazas y Fernández-Manzanal, 2018).

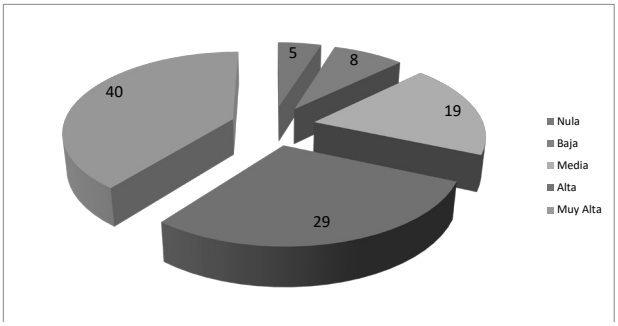


Gráfico 1: preocupación por la situación de BA de los animales de producción expresado en porcentaje.

Sin embargo, estamos de acuerdo con Grandin (2014) en que existe una brecha entre el BA y la preocupación de la sociedad por él, debida fundamentalmente a una falta de información y nosotros como veterinarios debemos tratar de encontrar el modo de colaborar en rellenar ese espacio y contacto perdido. Datos del Eurobarómetro 2015 y el meta-análisis realizado por Clark *et al.* (2017) demuestran que el conocimiento de los encuestados sobre los sistemas de producción actuales y el BA en los mismos es muy limitado.

Debemos reconocer que no es una tarea fácil pues los problemas empiezan desde el mismo momento en que abordamos la definición de BA. Por un lado, es una disciplina científica relativamente reciente y, por otro, implica diversos aspectos que se deben considerar y en función de quien haya postulado la definición se incluyen diversos matices. De este modo, y a pesar de los años trascurridos, no hay consenso unánime entre los autores y científicos que trabajan en este ámbito (Broom, 2007). Resultaría de gran utilidad la existencia de alguna definición universalmente aceptada pues la gran variedad actual produce confusión entre los consumidores (Cornish *et al.*, 2016).

Las primeras referencias las encontramos en 1965 cuando en el informe del profesor Roger Brambell se consideró el BA como "término amplio que abarca tanto el aspecto físico como mental de un animal. Cualquier intento para evaluar este estado, deberá tener en cuenta toda la evidencia científica disponible relacionada con los sentimientos de los animales según pueda derivarse del conocimiento de sus estructuras, funciones y conducta". Fue precisamente la presión social de los ciudadanos lo que forzó al gobierno británico a crear el denominado Comité Brambell después de la publicación del libro *Animal Machines* por Ruth Harrison en 1964. Dicho comité enunció por primera vez las "cinco libertades" básicas de todo animal doméstico que debía poder "darse fácilmente la vuelta, asearse, levantarse, acostarse y estirar sus extremidades". Con posterioridad, en 1993, el también británico *Farm Animal Welfare Council* (FAWC, 1993 citado en Webster, 2016), reformuló de forma detallada las "cinco libertades" para el bienestar de los animales que deben estar:

- Libres de hambre y sed: ingiriendo dietas capaces de mantener un estado de salud adecuado.
- Libres de incomodidad: viviendo en un ambiente que proporcione protección y áreas de descanso cómodas.
- Libres de dolor, heridas y enfermedad: mediante la prevención, diagnóstico y tratamientos oportunos de los procesos patológicos.
- Libres para poder expresar su comportamiento normal: disponiendo de espacio suficiente, infraestructuras adecuadas y compañía de animales de su misma especie.
- Libres de miedo y de estrés: manteniéndose en condiciones que eviten el sufrimiento psicológico.

A lo largo de los últimos 50 años, se han propuesto infinidad de definiciones de BA y escapa el objetivo de esta presentación analizarlas en detalle, pero podemos decir que incluyen desde la vida en armonía (Lorz, 1973) y la capacidad de adaptación al ambiente (Broom, 1986, Fraser, 1990) hasta la calidad de vida experimentada y valorada por el propio animal (Summer, 1996). Según Bracke *et al.*, (1999) existen dos tipos de definiciones: las objetivas basadas en criterios mensurables como estados de estrés, patologías, salud y adaptación y las subjetivas que incluyen estados mentales, como emociones, deseos, sentimientos y sufrimiento subjetivo (Dawkins, 1988; Duncan y Petherick, 1991, Sandøe, 1996). Manteca (2009) va más allá e incluye un tercer grupo clasificándolas en función de que se realicen en términos de: las emociones que experimentan los animales (subjetivas), el funcionamiento del organismo animal (objetivas) y, finalmente, en la medida en que la conducta y el entorno en que se encuentra el animal sean lo más parecidos posible a los "naturales" de la especie. A pesar de las discrepancias hay puntos en los que existe consenso, como son que el bienestar es una característica propia de los animales (Broom, 2007) y no del ambiente, variable a lo largo del tiempo en una escala continua desde muy malo o muy pobre a muy bueno siendo necesarias diversas medidas científicas para evaluarlo (Bracke *et al.*, 1999).

Basándonos en diversas definiciones, en un intento de síntesis consideramos que el BA puede entenderse como "el estado de equilibrio físico, psicológico y social del animal con el entorno en que se encuentra".

Coincidimos con Broom (2007) en que la evaluación del bienestar de los animales en un determinado sistema de producción o situación debe ser una cuestión científica y objetiva y una vez evaluado se podrán tomar las decisiones pertinentes a nivel ético o político. Queremos hacer un inciso para diferenciar el concepto de BA del término protección animal (PA), ya que es una confusión muy frecuente en la sociedad. El BA, como hemos mencionado anteriormente, es una ciencia nueva basada en aspectos científicos. Por el contrario, la PA es una actitud social impulsada por instituciones y grupos de ciudadanos cuyo fin es evitar el maltrato animal, teniendo o no una base técnica y generalmente filosófica (*Society for the Prevention of Cruelty to Animals*, 2010 citado en Blanco *et al.*, 2015).

Desde el punto de vista de la valoración del BA, las definiciones más objetivas que incluyen el grado de consecución de la satisfacción de las necesidades fisiológicas y los estados negativos del animal como el estrés, está más avanzada pero cuando se trata de las subjetivas que incluyen las necesidades psicológicas, estados positivos y deseos su evaluación resulta muy compleja suponiendo un auténtico desafío para los científicos (Pompe, 2005), siendo más usadas en el ámbito de la filosofía y la ética (Rushen y de Passillé, 1992; Regan, 2004; Singer, 2011).

La idea de crear un índice o indicador para evaluar el BA parte de un concepto desarrollado por Bartussek (1985) quien propuso la creación de un "*Tier-Gerechtheits-Index*" traducido como un indicador de las necesidades del animal. El concepto evolucionó, posteriormente, dentro del contexto de la legislación estatal Austriaca en materia de producción animal intensiva dando lugar al TGI35L/2000 (Bartussek, 1995), método oficial de evaluar el impacto que el sistema de alojamiento tiene sobre el bienestar de ganado vacuno, cerdos y gallinas en la producción orgánica, pasando, finalmente, a transformarse en la TGI200 que además ofrece certificación y asesoramiento a los ganaderos. Con posterioridad, se crearon otros sistemas de evaluación como el desarrollado por Capdeville y Veissier en 2001, el *Bristol Welfare Assurance Programme* (Webster, 2005), el *Animal Welfare Index* AWI desarrollado en Irlanda por Mazurek *et al.* (2010) y los métodos empleados por Van Eerdenburg *et al.* (2013) en Holanda.

Mención especial, por la financiación a cargo de los fondos de la Unión Europea desde el año 2004, merece el proyecto denominado Welfare Quality® (www.welfarequality.net) encaminado a proporcionar un sistema estandarizado de evaluación del BA en sistemas intensivos. En octubre de 2009 editaron las siguientes guías*: Assessment protocol for cattle, Assessment protocol for pigs, Assessment protocol for poultry*, disponibles actualmente en diversos idiomas y en versión on-line. Estos protocolos son más precisos pero su aplicación práctica en las granjas requiere una gran dedicación en tiempo por parte del valorador y también del ganadero. En España son utilizados por AENOR para certificar las granjas en BA.

De modo general, los indicadores usados para evaluar el BA se clasifican en dos categorías en función de que se basen en el ambiente o en el animal (Johnsen *et al.*, 2001). El TGI35L/2000 y TGI200 son métodos que emplean criterios principalmente ambientales aunque también incluye algunos basado en el animal. El sistema desarrollado en Francia por Capdeville y Veissier en 2001 está basado en medidas sobre el animal y los métodos empleados en el proyecto Welfare Quality®, en el sistema de evaluación irlandés (Mazurek *et al.* 2010), holandés (Van Eerdenburg *et al.*, 2014) e italiano (Peli *et al.*, 2016 y Campanerut *et al.*, 2018) son una combinación de ambos tipos de indicadores**.**

Los indicadores basados en el ambiente son fáciles de usar en las explotaciones, pero no son tan precisos como los medidos en el animal, los cuales son sencillos de evaluar en condiciones experimentales y dan una buena idea de la percepción del animal pero más costosos de implementar en las evaluaciones en la granja (Johnsen *et al.*, 2001) siendo recomendable la utilización de una combinación de los dos tipos para conseguir mayor solidez en las evaluaciones de BA (De Rosa *et al.*, 2013). Una de las razones de que existan métodos tan diferentes se debe a que no todos persiguen los mismos objetivos, unos se diseñaron para evaluar el BA en las granjas con la intención de ser usados para su certificación, otros para proporcionar información y consejos a los ganaderos e incluso algunos se han creado con fines docentes (Alonso *et al.*, 2015).

El desarrollo de todos estos sistemas de evaluación y sobre todo de certificación trata de responder a la demanda social de los consumidores que, según nuestros resultados (Gráfico 2) y los de diversos estudios (Toma *et al.*, 2012, Spooner *et al.*, 2014, Cornish *et al.*, 2016) requieren mayor información sobre el estado de BA de los animales productores de alimentos. Por ello, muchas de las principales empresas del sector lácteo se han certificado en BA durante el pasado año 2018, siendo importante que aparezca en el etiquetado de sus productos.

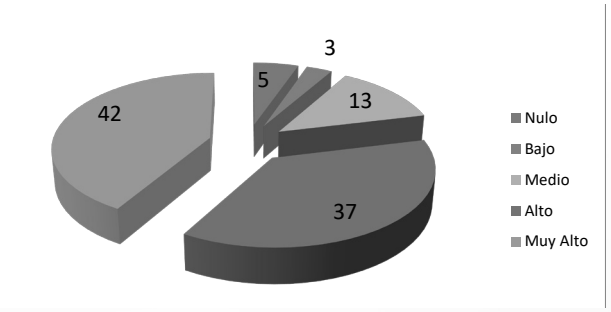


Grafico 2: grado de interés en información relacionada con BA manifestado por los entrevistados expresado en porcentaje.

Son precisamente los indicadores utilizados para valorar el BA las herramientas que tenemos, veterinarios y ganaderos, para

demostrar y mejorar el bienestar de los animales de producción. Por ello, debemos conocerlos especialmente si como veterinarios consideramos que, actualmente, nuestro trabajo va más allá de conseguir que los animales estén sanos y rindan producciones económicamente rentables, tratando de conseguir el mejor mercado posible para los productos de nuestros ganaderos.

Como hemos mencionado anteriormente los indicadores se clasifican en función de que la información se obtenga de los propios animales o del ambiente. Por cuestiones de tiempo nos limitaremos en esta presentación a los incluidos en el primer grupo donde tenemos variables fisiológicas capaces de evaluar el esfuerzo que el animal hace para alcanzar el estado ideal de adaptación al medio en el que se encuentra, de modo que cuando el animal no puede adaptarse a las condiciones pues estas superan el máximo de su capacidad de adaptación el bienestar es muy pobre. También se puede mensurar las respuestas fisiológicas ante una situación o la motivación para obtener un recurso como alimento, compañía y confort (Veissier *et al.*, 2007).

Dentro de ellas tenemos las frecuencias respiratoria y cardíaca y variables hemáticas como los recuentos de glóbulos rojos y blancos y las concentraciones de cortisol, glucosa, lactato, diversas enzimas y proteínas de fase aguda (Calamari *et al.*, 2004, Bórnez *et al.*, 2009, DeBoer *et al.*, 2015). Entre las ventajas que presentan están ser variables cuantitativas fácilmente mensurables que permiten una comparación numérica entre individuos y que gozan de aceptación global. En el capítulo de inconvenientes encontramos el elevado impacto que pueden tener sobre el animal, algunas determinan situaciones de estrés agudo, presentan cierto grado de dificultad metodológica y la lentitud y el coste económico pueden ser relativamente elevado. Para solventar en parte estos inconvenientes se pueden utilizan parámetros como el cortisol fecal.

Por otro lado, y debido a que el BA es un concepto multidimensional y su evaluación es altamente compleja, se requiere también el uso de parámetros etológicos (Christiansen y Forkman, 2007) pues a través de su comportamiento los animales nos manifiestas sus preferencias y aversiones. Existen algunas obras excelentes entre las que queremos destacar Cow Signal (Hulsen, 2007) y Cow Confort (Bach *et al.*, 2004) en las que se recogen con gran detalle aspectos etológicos de obligado conocimiento para una correcta interpretación de los indicadores de BA basados en el animal. Entre ellos se debe considerar en primer lugar el comportamiento en grupo de los animales y en especial la reacción ante la presencia humana siendo altamente indicativo de experiencias de manejo negativas que las vacas manifiesten miedo y alejamiento y lo contrario las muestras de curiosidad y acercamiento (Rodríguez *et al.*, 2018).

En cuanto al comportamiento a nivel individual, la no interrupción de patrones de descanso, rumia o ingestión y una distancia de aproximación que permita el contacto implican una relación con el factor humano de la explotación que favorece el BA. Los signos de acicalado (*grooming*) tanto propio como entre individuos implican relaciones sociales que posibilitan un alto nivel de BA. Por el contrario, la existencia de interacciones agonísticas tanto ritualizadas, amenazas y evitamientos, como las no ritualizadas en forma de peleas o evidencias de las mismas, heridas y golpes, implican la existencia de problemas sociales que disminuyen el BA. Algunas ventajas de estos indicadores son la facilidad de aplicación y el nulo o escaso impacto sobre el animal, pero como inconvenientes podemos encontrarnos la dificultad de estandarización al ser cuantitativos y cualitativos, un menor grado de consenso y requieren más dedicación.

Otros índices evaluables a nivel individual que reflejan aspectos etológicos, aunque no son patrones de comportamiento como tales son, por ejemplo, la condición corporal y el índice de llenado ruminal, que nos permiten evaluar el comportamiento ingestivo, a largo y a corto plazo, respectivamente. Valores bajos en ambos serán indicativos de problemas relacionados con el principio de buena alimentación, aunque en el protocolo Welfare Quality (2009) solo se tiene en cuenta el primero. Consideramos interesante incluir el llenado ruminal pues nos permite detectar problemas precozmente, antes de que se reflejen en la condición corporal (Rodríguez *et al.*, 2017).

La valoración del modo en que se desplazan las vacas empleando clasificaciones como la de Sprecher (Bach *et al.*, 2004), resulta de gran utilidad habida cuenta de que los problemas podales, junto con las afecciones de la ubre, son procesos patológicos que causan gran dolor (Whay *et al.*, 1997, Hulsen, 2007) disminuyendo en gran medida el BA (FAWC, 1997) y la producción (Amory *et al.*, 2008) e incrementando las posibilidades de que el animal sea eliminado tempranamente (Boot *et al.*, 2004). Consideramos necesario también utilizar como indicador o herramienta de valoración del BA el estado de las pezuñas, pues al igual que sucede con el índice de llenado ruminal nos puede ayudar a detectar situaciones que repercutirán negativamente en la salud del animal y por tanto en su bienestar, antes de que lleguen a manifestarse en una cojera. Así, cuando existe sobrecrecimiento, suciedad y humedad se eleva el riesgo de padecer cojeras (Gregory *et al.*, 2006, Ranjbar *et al.*, 2016).

El índice de suciedad en extremidades, ubre y flancos es otra de las herramientas de gran utilidad en la determinación del BA, pues cuando este indicador tiene valores altos implica problemas en el mantenimiento de la zona de descanso que se encontrará demasiado sucia y/o húmeda (Hulsen, 2007) siendo menos confortable para la vaca que pasará menos tiempo tumbada incrementando el riesgo de padecer problemas podales cuanto más tiempo permanece en estación (Cook y Nordland, 2009, Chapinal *et al.*, 2013, Solano *et al.*, 2015). Existe también una correlación positiva entre suciedad e incidencia de patologías mamarias (Sant'anna y Paranhos da Costa, 2011, Sandrucci *et al.*, 2014, Rodríguez Gutiérrez *et al.*, 2018) todo ello en detrimento del BA y de la calidad y cantidad de leche producida (Ellis *et al.*, 2007).

Estaba fuera de los objetivos de esta ponencia entrar en detalle en todos y cada uno de los índices que podemos utilizar como herramientas para mejorar y evaluar el BA, pues el estudio detallado de cada uno llevaría una mañana, pero hemos querido presentar algunos de los que consideramos más importantes según nuestra experiencia y criterio. Hemos pretendido despertar el interés de los veterinarios que trabajáis cada día en las ganaderías sobre los aspectos relacionados con el BA, pues las buenas noticias son que mejorándolo las vacas comen más y están más tiempo tumbadas, su sistema inmune funciona mejor y por tanto están más sanas consiguiendo reducir el uso de antibióticos y todo ello incrementa la producción de leche o carne. Somos conscientes de que, en la ganadería en general y dentro de ella en el sector de producción de vacuno, en particular, vivimos sumergidos en dos corrientes: la reducción del uso de antibióticos y el BA, impuestas por las estrategias políticas desarrolladas a nivel europeo e internacional y por la presión ejercida por los consumidores. Por ello, ponemos especial énfasis en la necesidad de realizar todas aquellas acciones que permitan criar animales sanos que gozan de un mayor BA y rinden producciones de superior calidad y seguridad alimentaria con un uso mínimo de antibióticos, todo ello enlazado dentro del concepto One Health- One Welfare que une la salud y el bienestar humano y animal.

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, M.E., González-Montaña, J.R., Domínguez, J.C. (2018) Consumers perception of animal welfare. Proceedings of 50th National Congress of the Italian Association for Buiatrics, pp. 54.
- Alonso, M.E., Lomillos, J.M., Cadenas, D., Molina, A., Rodríguez, J., Safir, M.Q., González, J.R. (2015). Happy Cow: metodología docente para el desarrollo de competencias y habilidades de valoración del bienestar en ganado vacuno. Revista de docencia universitaria, 13 (núm. extraordinario), 155-170.
- Amory, J.R., Barker, Z.E., Wright, J.L., Mason, S.A., Blowey, R.W., Green, L.E. (2008). Associations between sole ulcer, white line disease and digital dermatitis and the milk yield of 1824 dairy cows on 30 dairy cow farms in England and Wales from February 2003-November 2004. Preventive Veterinary Medicine, 83, 381-391.
- Anon, J. (1990). Animal Welfare Committee looks at animal rights. Veterinary Medical Association.
- Bach, A., Juaristi, J.L., Rodríguez, P. (2004). Cow Confort. Servet Diseño y Comunicación, pp. 221.
- Bartussek, H. (1985) Vorschlag für eine Verordnung der Steiermärkischen Landesregierung für den Bereich der Intensivtierhaltung. Der österreichische Freiberufstierarzt, 97, 4-15.
- Bartussek, H. (1995) Animal needs index for cattle, TGI 35 L, March 1995. Federal Research Centre for Alpine Agriculture, Gumpenstein, Austria.
- Blanco, I., Abraham, M., Camiña, M., Araújo, J.P., Álvarez, J.J., Fernández, M.E., Lima, J., Lorenzo, J.M., Toubes, J.L., Yllera, M.M. y Vargas, M. (2015). Bienestar animal: percepciones, enfoques y definiciones, en Bienestar animal. Santiago de Compostela: Xunta de Galicia. Consellería do Medio Rural, pp. 9-16.
- Booth, C.J., Warnick, L.D., Gröhn, Y.T., Maizon, D.O., Guard, C.L., Janssen, D. (2004). Effect of lameness on culling in dairy cows. Journal of Dairy Science, 87 (12), 4115-4122.
- Bórnez, R., Linares, M.B., Vergara, H. (2009) Haematological, hormonal and biochemical blood parameters in lamb: Effect of age and blood sampling time. Livestock Science, 121 (2–3), 200-206.
- Bracke, M.B.M., Spruijt, B.M., Metz, J.H.M. (1999). Overall animal welfare assessment reviewed. Part I: Is it possible? Journal of Agricultural Science, 47, 279-292.
- Brambell, F.W.R. (1965). Report of the technical committee of enquiry into the welfare of livestock kept under intensive conditions. HMSO, Londres, UK.
- Broom, D.M. (2007). Introducción: conceptos sobre la protección y el bienestar animal que incluyen las obligaciones y los derechos. En: Bienestar Animal. Ed. Acribia, Zaragoza, pp: 1-15.
- Broom, D.M.(1986). Indicators of poor welfare. British Veterinary Journal, 142, 524-526.
- Calamari, L., Bionaz, M., Trevisi, E., Bertoni, G. (2004), Preliminary study to validate a model of animal welfare assessment in dairy farms. Abstract del Fifth Congress of the European Society for Agricultural and Food Ethics (EURSAFE). Leuven, Bélgica 2-4 septiembre de 2004, pp. 38-42,
- Campanerut, F., Roccaro, M., Petronelli,C., Peli, A., Scagliarini, A. (2018). University of Bologna field work on biosecurity and animal welfare assessments in sheep and goat farms: Results of a 5-year experience. Proceedings of 50th National Congress of the Italian Association for Buiatrics, 89-90.
- Capdeville, J.,& Veissier, I. (2001). A method of assessing welfare in loose housed dairy cows at farm level, focusing on animal observations. Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science, 30, 62-68.
- Chapinal, N., Barrientos, A.K., von Keyserlingk, M.A.G., Galo, E., Weary, D.M. (2013) Herd-level risk factors for lameness in freestall farms in the northeastern United States and California. Journal of Dairy Science, 96, 318–328.
- Christiansen, S.B. y Forkman, B. (2007). Assessment of animal welfare in a veterinary context—A call for ethologists. Applied Animal Behaviour Science, 106, 203-220.
- Clark, B., Stewart, G.B., Panzone, L.A., Kyriazakis, I., Frewer, L.J. (2017). Citizens, consumers and farm animal welfare: A meta-analysis of willingness-to-pay studies Food Policy, 68, 112–127
- Cook, N. B., and K. V. Nordland. 2009. The influence of the environment on dairy cow behaviour, claw health and herd lameness dynamics. The Veterinary Journal, 179, 360–369.
- Cornish, A., David Raubenheimer, D., McGreevy, P. (2016). What we know about the public's level of concern for farm animal welfare in food production in developed countries. Animals, 6, 74; doi:10.3390/ani6110074
- Dawkins, M.S. (1988). Behavioural deprivation: a central problem in animal welfare. Applied Animal Behaviour Science, 20, 209-225.
- De Graaf, S., Van Loo, E.J., Bijttebier, J., Vanhonacker, F., Lauwers, L. Tuyttens, F.A.M.,Verbeke, W. (2016). Determinants of consumer intention to purchase animal-friendly milk. Journal of Dairy Science, 99 (10), 8304-8313.
- De Rosa, G., Santoriello, F. Grasso, F., Serarini, R., Napolitano, F., Di Palo, R. (2013). Comparison among different dairy cattle welfare monitoring schemes. ASPA 20th Congress, Italian Journal of Animal Science, 12 (supp. 1), 56.
- DeBoer, SP Garner, JP McCain RR Lay DC Jr, Eicher SD Marchant-Forde JN (2015) An initial investigation into the effects of isolation and enrichment on the welfare of laboratory pigs housed in the PigTurn® system, assessed using tear staining, behaviour, physiology and haematology. Animal Welfare, 24, 15-27.
- Duncan, I.J.H., Petherick, J.C. 1991. The implications of cognitive processes for animal welfare. Journal of Animal Science, 69, 5017-5022.
- Ellis, K.A., Innocent, G.T., Mihm, M., Cripps, P., McLean, W.G., Howard, C.V., Grove-White, D. (2007). Dairy cow cleanliness and milk quality on organic and conventional farms in the UK. Journal of Dairy Research, 74, 302-310.
- FAWC (1997). Report on the welfare of dairy cattle. Tolworth/Surbiton, Surrey, UK.
- Fraser, D. (1990). Animal Behaviour and Welfare. En: Tindall, R.E.B. (Ed.). Londres, Inglaterra.
- Grandin, T. (2014). Animal welfare and society concerns finding the missing link. Meat Science, 98: 461-469.
- Gregory, N., Craggs, L., Hobson, N., Krogh C. (2006). Softening of cattle hoof soles and swelling of heel horn by environmental agents. Food and Chemical Toxicology, 44, 1223-1227.

- Grunert, K.G., Sonntag, W.I., Glanz-Chanos, V., Forum, S. (2018). Consumer interest in environmental impact, safety, health and animal welfare aspects of modern pig production: Results of a cross-national choice experiment. Meat Science, 137, 123-129.
- Hulsen, J. (2007). Cow Signal. El lenguaje de las vacas. Ediciones Técnicas Reunidas, Madrid, pp. 96.
- Johnsen, P.F., Johannesson, T. , Sandøe, P. (2001). Assessment of farm animal welfare at herd level: many goals, many methods. Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science, 30, 26-33.
- Lorz, A. (1973). Tierschutzgesetz. Verlag Beck, Munich.
- Manteca, X. (2009). Consecuencias del dolor. Importancia del bienestar animal. En: Bienestar en vacas de leche. Valoración y control del dolor. Boehringer Ingelheim España. pp. 29-40.
- Mazas, B., Fernández -Manzanal, R. (2018). A more fine-grained measure towards animal welfare: a study with regards to gender differences in Spanish students. Environmental Science and Pollution Research https://doi.org/10.1007/s11356-018-3537-2
- Mazurek, M., Prendiville, D., Crowe, M.A., Veissier, I., Earley, B. 2010. An on-farm investigation of beef suckler herds using an animal welfare Index (AWI). BMC Veterinary Research, 6: 55 doi:10.1186/1746-6148-6-55
- Miele, M. (2010). Report concerning consumer perceptions and attitudes towards farm animal welfare. Expert report related to Task 1.3.
- Miranda-de la Lama, G.C., Estévez-Moreno, L.X., Sepúlveda, W.S., Estrada-Chavero, M.C., Rayas-Amor, A.A., Villarroel, M., María, G.A. (2017). Mexican consumers' perceptions and attitudes towards farm animal welfare and willingness to pay for welfare friendly meat products. Meat Science, 125, 106–113.
- Peli, A., Pietra, M., Giacometti, F., Mazzi, A., Scacco, G., Serraino, A., Scagliarini, L. (2016). "Survey on Animal Welfare in Nine Hundred and Forty Three Italian Dairy Farms". Italian Journal of Food Safety, 5(1), 5832, 50-56.
- Pompe, V. (2005). The animal issue: diversity in values and thoughts. En: Animal Bioethics, Principles and Teaching Methods. Ed. Wageningen Academic Publishers, Holanda, pp: 79-95.
- Ranjbar, S., Rabiee, A.R., Gunn, A., House, J.K. (2016). Identifying risk factors associated with lameness in pasture-based dairy herds. Journal of Dairy Science, 99 (9), 7495-7505
- Regan, T. (2004). The case of Animals Rights. California University Press, Berkeley y Los Angeles.
- Rodríguez Gutiérrez, L., Lomillos, J.M.; Robles, R.; Gonzalez-Montaña, J.R., Diez, I., Alonso, M.E. (2018). Differences in welfare parameters based on the animal depending on the bedding type and material used in milking cattle
- Lomillos, J.M., Bartolomé, C., Alonso, M.E. (2018). Evaluación del bienestar animal en ganado bovino en sistema extensivo. Proceedings of 50th National Congress of the Italian Association for Buiatrics, pp. 52.
- Rodríguez, J.M., Lomillos, J.M., Bartolomé, C., Alonso, M.E. (2018). Evaluación del bienestar animal en ganado bovino en sistema extensivo. Libro de ponencias, comunicaciones y poster del XXIII Congreso Internacional ANEMBE de Medicina Bovina, Vigo, 6-8 de Junio, pp. 326.
- Rodríguez, V. (2010) Bienestar animal. Disponible en: http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/30_16_09_Binestar_Animal_VRE.pdf (Accedido: 13 de marzo de 2019).
- Rushen, J., de Passillé, A.M.B. (1992). The scientific assessment of the impact of housing on animal welfare: a critical review. Canadian Journal of Animal Science, 72, 721-743.
- Sandøe, P. (1996). Animal and human welfare: Are they the same kind of thing? Acta Agriculturae Scandinavica Section A - Animal Science, 27, 11-15.
- Sandrucci, A., Bava, L., Zucali, M., Tamburini, A. (2014). Management factors and cow traits influencing milk somatic cell counts and teat hyperkeratosis during different seasons. Revista Brasileira de Zootecnia, 43(9), 505-511.
- Sant'anna, A.C., Paranhos da Costa, M.J. R. (2011). The relationship between dairy cow hygiene and somatic cell count in milk. Journal of Dairy Science, 94, 3835–3844
- Schnettler, B., Vidal, R., Silva, R., Vallejos, L., Sepúlveda, N. (2008). Consumer perception of animal welfare and livestock production in the araucania region, Chile Chilean Journal of Agricultural Research 68(1), 80-93.
- Silva Salas, M.Á. (2016). Evaluación del bienestar animal en vacas lecheras de la región Sureste del estado de Hidalgo aplicando el protocolo Welfare Quality®. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Singer, P. (2011). Liberación Animal. Taurus, Madrid.
- Solano, L., Barkema, H.W., Pajor, E.A., Mason, S., LeBlanc, S.J., Zaffino Heyerhoff, J.C., Nash, C.G.R., Haley, D.B., Vasseur, E., Pellerin, D., Rushen J., de Passillé, A.M., Orsel K. (2015). Prevalence of lameness and associated risk factors in Canadian Holstein-Friesian cows housed in freestall barns. Journal of Dairy Science. 98, 6978–6991.
- Spooner, J.M., Schuppli, C.A., Fraser D. (2014). Attitudes of Canadian citizens toward farm animal welfare: A qualitative estudy. Livestock Science,163, 150–158
- Summer, L.W. (1996). Welfare, happiness and ethics. Clarendon Press, Oxford.
- Thorslunda, C.A.H., Sandøea, P., Aaslyngb, M.D., Lassena, J. (2016). A good taste in the meat, a good taste in the mouth–Animal welfare as an aspect of pork quality in three European countries. Livestock Science, 193, 58–65
- Toma, L., Stott, A.W., Revoredo-Giha, C., Kupiec-Teahan B. (2012) Consumers and animal welfare. A comparison between European Union countries. Appetite, 58, 597–607
- Van Eerdenburg, F.J.C.M., Vázquez, S., Saltijeral, J., Sossidou, E.N. (2013). A cow comfort monitoring scheme to increase milk yield of a dairy farm. En: A. Aland y T. Banhazi (Eds.). Livestock Housing. Wageningen: Wageningen Academic Publishers. pp. 55-74.
- Veissier, I., Botreau, R., Capdeville, J., Perny, P. 2007. L'évaluation en ferme du bien-être des animaux: objectifs, outils disponibles, utilisations, exemple du projet Welfare Quality®. Rencontres pour la Recherche sur les Ruminants, 14, 277-284.
- Webster, J. (2005). The assessment and implementation of animal welfare: theory into practice. Revue Scientifique et Technique del Office International des Epizooties, 24 (2), 273-274.

- Webster, J. (2016). Animal welfare: freedoms, dominions and “a life worth living”. Animals, 6, 35; doi:10.3390/ani6060035
- Welfare Quality. (2009). Assessment Protocols for Cattle, Pigs and Poultry; Welfare Quality Consortium: Lelystad, The Netherlands.
- Whay, H.R., Waterman, A.E., Webster, A.J.F. (1997). Associations between locomotion, claw lesions and nociceptive threshold in dairy heifers during the peri-partum period. The Veterinary Journal, 154, 155-161.

ESTRATEGIAS PARA REDUCIR EL ESTRÉS METABÓLICO DURANTE LA FASE DE TRANSICIÓN EN VACUNO LECHERO

Angel Abuelo DVM, MRes, MSc (Vet Educ), PhD, Dip. ECBHM, Dip. ABVP (Dairy Practice), FHEA, MRCVS

¿Qué es el estrés metabólico?

El estrés metabólico puede definirse en términos generales como un desequilibrio en la homeostasis fisiológica de un organismo como consecuencia de la utilización aberrante de nutrientes. En los seres humanos, por ejemplo, el estrés metabólico inducido por la obesidad se debe a un trastorno de almacenamiento de energía y utilización en el tejido adiposo que se manifiesta como una excesiva acumulación de de ácidos grasos no esterificados (NEFA) en sangre. El impacto posterior de esta dislipidemia en otros tejidos implicados en la regulación de nutrientes puede verse con el desarrollo de resistencia a la insulina que a menudo conduce a una mayor incidencia de diabetes tipo II y enfermedad del hígado graso no alcohólico (Gregor and Hotamisligil, 2011, Lumeng and Saltiel, 2011). En las últimas décadas, surgió la hipótesis de que los cambios asociados con el metabolismo de los nutrientes también pueden contribuir a condiciones inflamatorias crónicas que pueden exacerbar los desequilibrios metabólicos (Hotamisligil, 2006, Hotamisligil and Erbay, 2008). El tejido adiposo no solo es un sitio de almacenamiento de grasa, sino que es un tejido metabólicamente activo que sintetiza y secreta una amplia gama de sustancias biológicamente activas, incluidas aquellas involucradas en la regulación de las respuestas inflamatorias. En particular, existen poblaciones residentes de leucocitos en todos los tejidos metabólicos y esta proximidad sugiere que todas las células dentro de estos tejidos están preparadas para responder a moléculas bioactivas que tienen tanto una función metabólica como inmunológica (Hotamisligil and Erbay, 2008). Por ejemplo, los macrófagos activados dentro de los tejidos adiposos producen citoquinas y mediadores lipídicos bioactivos que son las mismas moléculas que las células inmunitarias e inflamatorias suelen producir tras la estimulación por patógenos (Hotamisligil and Erbay, 2008, Lumeng and Saltiel, 2011).

Otro factor que contribuye al estrés metabólico es la pérdida homeostasis de los procesos de reducción-oxidación (redox) de la que resulta en la generación de un exceso de radicales de oxígeno conocido como estrés oxidativo. El estrés oxidativo amplifica las vías proinflamatorias al tiempo que interrumpe la señalización metabólica de la insulina. Por ejemplo, el estrés oxidativo está asociado con la adiposidad y la resistencia a la insulina en humanos (Urakawa *et al.*, 2003). La reducción del estrés oxidativo con intervenciones nutricionales o farmacológicas mejora los resultados clínicos asociados con trastornos metabólicos como la enfermedad arterial coronaria, la hipertensión y la diabetes (Roberts and Sindhu, 2009). En resumen, el estrés metabólico resulta en una triada de utilización alterada de nutrientes, desregulación inflamatoria e inmune, y estrés oxidativo. Los tres componentes de esta triada están intrínsecamente relacionados entre sí, lo que puede generar bucles de retroalimentación destructiva (Figura 1).

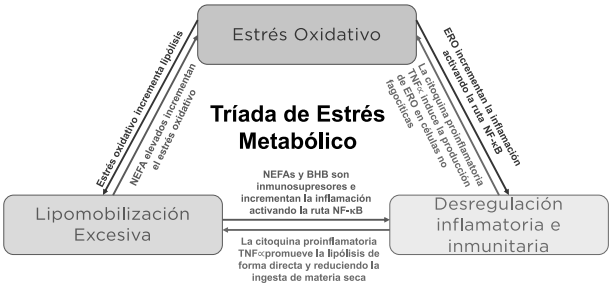


Figura 1: Representación esquemática de la tríada de estrés metabólico en vacuno lechero durante la fase de transición

Al igual que el estrés metabólico en humanos, las vacas en transición también experimentan cambios en el flujo de nutrientes caracterizados por una intensa movilización de lípidos del tejido adiposo, el desarrollo de estrés oxidativo, y la inducción de respuestas inflamatorias no reguladas en momentos de alta actividad metabólica (Sordillo *et al.*, 2009, Abuelo *et al.*, 2015, 2019). Si bien los resultados fisiológicos del estrés metabólico en humanos y vacas lecheras tienen sorprendentes similitudes, las causas subyacentes de las vías metabólicas e inflamatorias desreguladas pueden ser muy diferentes.

Estrés metabólico en vacuno lechero durante la fase de transición

El estrés metabólico y el desarrollo subsiguiente de trastornos de la vaca de transición se producen cuando las vacas no se adaptan fisiológicamente al rápido crecimiento fetal, al parto, a las demandas de alta energía de la lactancia y las consiguientes perturbaciones en el metabolismo de los nutrientes. La principal demanda de energía durante la fase catabólica del comienzo de la lactación es la glucosa. La mayor parte de la glucosa se desvía a la glándula mamaria durante el inicio de la lactancia, donde sirve como un precursor de la lactosa, un regulador osmótico del volumen de leche (Bickerstaffe *et al.*, 2009). Durante el balance energético positivo, el ácido propiónico es el ácido graso volátil primario derivado de la fermentación del rumen que contribuye directamente a la síntesis de glucosa en el hígado. Sin embargo, durante el comienzo de la lactación, el incremento en los requerimientos energéticos necesarios para el inicio de la lactancia no se puede cumplir mediante la ingesta. Como resultado, las vacas experimentan un balance energético negativo durante el comienzo de la lactación, que se agrava aún más por la reducción de la ingesta de materia seca alrededor del parto (Hayirli *et al.*, 2002).

Los requerimientos de nutrientes no cubiertos por la dieta deben obtenerse de las reservas de energía del tejido adiposo, resultando en una liberación de NEFA al torrente circulatorio. Cuando se regula adecuadamente, el aumento de NEFA en plasma se utiliza efectivamente como una fuente de energía necesaria sin interrumpir la sensibilidad a la insulina necesaria para mantener las concentraciones de glucosa (Herdt, 2000). Las vacas se adaptan con éxito al balance energético negativo cuando la liberación de NEFA se limita a concentraciones que pueden metabolizarse completamente para las necesidades de energía asociadas con la gluconeogénesis. Existe amplia evidencia de que la eficiencia de este circuito de retroalimentación

disminuye a medida que aumenta la masa de tejido adiposo. La obesidad es un factor importante que contribuye a la razón por la cual las vacas no se adaptan con éxito al balance energético negativo durante el período de transición (Ospina *et al.*, 2010). De hecho, el exceso de grasa corporal en las vacas con una alta condición corporal es un factor de riesgo bien establecido para las enfermedades del periparto en las vacas lecheras como la cetosis y el hígado graso (Dechow *et al.*, 2004). Similar a la condición en los humanos, una gran masa de tejido adiposo en las vacas da como resultado una movilización excesiva de lípidos durante tiempos de hipermetabolismo que resulta en un aumento de las concentraciones de NEFA en la sangre que no pueden ser procesadas efectivamente por los hepatocitos (Grummer *et al.*, 2004). El hígado puede procesar NEFA de varias maneras, incluida la oxidación para obtener energía, la conversión de nuevo en triglicéridos y el almacenamiento como gotas de grasa en los hepatocitos, o la conversión a cuerpos cetónicos. Un ciclo perjudicial de dislipidemia resulta en la acumulación de grasa en el hígado que compromete la función de los hepatocitos, reduce la gluconeogénesis, y aumenta la necesidad de más lipólisis.

Las vacas en transición pueden mostrar una respuesta inflamatoria sistémica manifiesta en el momento del parto incluso sin signos de infecciones microbianas u otras patologías (Bertoni *et al.*, 2008). Al igual que en casos de obesidad humana, la inflamación crónica de bajo grado puede agravar el estrés metabólico al aumentar la lipólisis y comprometer las funciones hepáticas. Por ejemplo, vacas con hígados grasos de moderados a graves muestran concentraciones séricas elevadas de citoquina proinflamatoria TNF- (Ohtsuka *et al.*, 2001). La infusión directa de TNF- en vacas al final de la lactación también indujo resistencia a la insulina y aumento de las concentraciones de triglicéridos en el hígado (Bradford *et al.*, 2009).

Además, la administración del antiinflamatorio salicilato de sodio durante la lactancia temprana causó hipoglucemia, sugiriendo que vías reguladoras asociadas a la inflamación están implicadas en las adaptaciones homeoréticas a la lactancia (Farney *et al.*, 2013a). Como consecuencia de estas interrelaciones, se piensa que las respuestas inflamatorias disfuncionales o no reguladas son el vínculo común entre el aumento de la incidencia de enfermedades metabólicas e infecciosas durante el período de transición (Sordillo and Raphael, 2013). Hoy en día se conoce que el estrés metabólico durante el periodo de transición ocasiona una disminución de la efectividad de la respuesta inmunitaria en los animales, por lo que la capacidad de los animales para luchar contra infecciones está disminuida (Abuelo *et al.*, 2015, 2019).

La conversión de nutrientes en la energía necesaria para funciones fisiológicas normales se produce a través de una serie de reacciones metabólicas denominadas colectivamente como respiración celular. El oxígeno es necesario para la respiración celular aeróbica y las especies reactivas de oxígeno (ERO) son metabolitos formados en las mitocondrias durante este proceso como subproductos de la cadena de transporte de electrones. El oxígeno molecular es necesario como un aceptor de electrones para la producción eficiente de energía y las ERO se forman como productos finales normales del metabolismo celular. El anión superóxido es un importante radical libre producido dentro de las mitocondrias durante la respiración celular que puede interactuar con otras moléculas para generar otras ERO, incluidos el peróxido de hidrógeno y los radicales hidroxilo (Valko *et al.*, 2007). Aunque la mayoría de las ERO presentes en los tejidos resultan de un aumento del metabolismo celular y la generación de energía, otras fuentes potenciales incluyen vías de enzimas oxidantes asociadas con las respuestas inflamatorias. Aunque cierta producción de ERO es necesaria para las funciones celulares normales, la sobreproducción de ERO puede causar lesiones celulares y tisulares y provocar una condición conocida como estrés oxidativo (Sordillo and Aitken, 2009). La cantidad de ERO se mantiene a niveles no tóxicos mediante una serie compleja de mecanismos antioxidantes que tienen la capacidad de aplacar a los oxidantes directamente o formar parte de las parejas de enzimas de óxido-reducción que convierten las ERO en metabolitos menos reactivos. Algunos ejemplos de antioxidantes que actúan como eliminadores de radicales incluyen tocoferoles, ácido ascórbico, carotenoides, ácido lipoico y glutatión. Los sistemas de enzimas detoxificantes de ERO importantes incluyen catalasa, superóxido dismutasa y las enzimas antioxidantes dependientes de selenio glutatión peroxidasa y tiorredoxina reductasa (Sordillo and Aitken, 2009). Sin embargo, durante el período de transición, el potencial antioxidante total de vacas lecheras disminuye y las ERO se acumulan, resultando en estrés oxidativo (Bernabucci *et al.*, 2002, Sordillo *et al.*, 2007). Los ácidos grasos celulares son los objetivos principales de la oxidación de ERO, y el estrés oxidativo a menudo se mide por la formación de hidroperóxidos de lípidos en plasma que también son metabolitos altamente reactivos. Los estudios tanto en humanos como en vacas en transición sugieren que las concentraciones aumentadas de NEFA en plasma pueden contribuir a aumentar la producción de ERO y aumentar aún más la formación de hidroperóxidos de lípidos que exacerban el estrés oxidativo (Bernabucci *et al.*, 2005, Hotamisligil and Erbay, 2008). El incremento del estrés oxidativo puede a su vez causar lipólisis adicional y contribuir así a concentraciones más altas de NEFA en vacas en transición (Sordillo and Raphael, 2013). Tanto las concentraciones plasmáticas de NEFA como la formación de hidroperóxidos de lípidos son características del estrés metabólico y representan importantes factores de riesgo para trastornos de salud en vacas en transición como son la cetosis, el hígado graso, la mastitis o la retención de placenta (Herdt, 2000, Sordillo and Raphael, 2013).

Es importante tener en cuenta que a través de los métodos de monitorización con biomarcadores que comúnmente se emplean en la actualidad en la vaca en transición (NEFA, BHB, etc.) sólo estamos a valorar el componente de utilización de nutrientes (es decir, lipo-movilización) y obviando la inflamación y el estrés oxidativo. Un estudio reciente indicó que el análisis conjunto de biomarcadores para los tres componentes es más sensible y específico para prever enfermedades al momento del secado que cualquier análisis de los tres componentes de forma independiente (Wisnieski *et al.*, 2019). Teniendo en cuenta la intrínseca relación de los tres componentes del estrés metabólico es muy importante considerar que para poder prevenir el estrés metabólico excesivo durante la fase de transición es imperativo considerar los tres componentes de este. Por ejemplo, si solo establecemos prácticas para corregir uno de componentes, es probable que los otros dos sean capaces de incrementar el que estamos intentando corregir, disminuyendo así la efectividad de nuestra intervención. A continuación, revisaremos algunas de las prácticas que se pueden emplear en granjas para disminuir el estrés metabólico. Aunque en algunos casos estas prácticas solo afectarán a uno de los componentes de la triada de estrés metabólico de forma directa, es esperable que también tengan algún impacto de forma indirecta en los otros dos componentes.

Estrategias para controlar el estrés metabólico durante la fase de transición

Manejo de la Condición Corporal. Mantener condición corporal óptima durante el periodo de transición es esencial para

disminuir el riesgo de lipomobilización excesiva. La pérdida de condición corporal durante el periodo de transición está directamente ligada a la movilización de lípidos del tejido adiposo y el subsecuente incremento en la concentración de NEFA circulantes. Por ello, un manejo y monitorización adecuado de la condición corporal en los puntos clave del periodo de transición es esencial. La condición corporal debe manejarse antes del secado, ya que, durante toda la fase seca, una vaca no debe de variar su condición corporal en más de 0.5 unidades. Es importante que las vacas no lleguen muy gordas al secado, ya que esta fase no se debe utilizar para corregir la condición corporal de los animales.

Además de la relación directa de la condición corporal con la movilización de NEFA, ésta determina la mayor o menor predisposición al estrés oxidativo alrededor del parto. El estudio de Bernabucci *et al.* (2005) indica que las vacas con una alta condición corporal son más propensas al estrés oxidativo. De hecho, las vacas lecheras con una puntuación de condición corporal> 3.5 sobre 5 son más sensibles al estrés oxidativo y a los trastornos metabólicos durante el período de transición (Laubenthal *et al.*, 2017). Sin embargo, los resultados y las recomendaciones de diferentes autores varían ampliamente y con frecuencia son contradictorios. Esto puede deberse a muchos factores, como la dieta, los requisitos específicos para ciertos nutrientes, la raza o las condiciones ambientales (Castillo *et al.*, 2003). Además de la condición corporal BCS en el momento parto, el grado de cambio de condición alrededor del parto es también un factor determinante. Varios estudios han señalado que las vacas en periparto con mayor pérdida de condición corporal tienen mayores concentraciones de NEFA y estrés oxidativo que aquellas con menor pérdida de BCS durante todo este período (Weber *et al.*, 2013, Zachut *et al.*, 2013, Contreras *et al.*, 2017).

Optimización del Manejo. Desde una perspectiva de manejo, el hacinamiento, la mezcla de vacas primíparas y multíparas, la competencia en el comedero, la presión excesiva de patógenos, el estrés por calor y las situaciones de manejo estresante afectan la capacidad del sistema inmunológico de la vaca para reaccionar adecuadamente a los desafíos infecciosos. La interacción entre la adaptación metabólica y la función inmunológica es particularmente importante durante este período, ya que el suministro dietético de energía, proteínas y macro- y microminerales en relación con los requerimientos, así como el equilibrio de los ácidos grasos, afectan la regulación inmunitaria.

Nutrición de las vacas al comienzo del secado: Tradicionalmente, el manejo nutricional de las vacas lecheras durante el período seco lejano ha recibido poca atención. De hecho, muchos aspectos del manejo nutricional (nutrición mineral más allá de cumplir con los requisitos básicos de nutrientes) parecen ser mucho menos importantes durante el período lejano en comparación con el período de primeros planos. Sin embargo, varios estudios sugieren que las vacas con sobrealimentación que comienzan en este período conducen a una menor ingesta de materia seca posparto, mayor movilización del tejido corporal, aumento de las concentraciones de NEFA y BHB en la circulación, mayor riesgo de trastornos metabólicos y peor rendimiento productivo y reproductivo (Dann *et al.*, 2006, Janovick *et al.*, 2011, Mann *et al.*, 2015). Se ha sugerido dirigirse a la formulación de la dieta para cumplir con el 110-120% de los requerimientos de energía durante este período y el suministro de proteína metabolizable (MP) para Holstein de> 1,000 g/d (Nydam *et al.*, 2017).

Nutrición de las vacas durante las últimas 3 semanas antes del parto: Controlar la ingesta de energía de las vacas de cerca para que cumplan, pero no excedan dramáticamente, sus requerimientos de energía durante este período son críticos. Como ha sido bien apoyado por investigaciones anteriores, el consumo de energía por debajo de los requisitos, como se refleja en las concentraciones elevadas de NEFA durante el período de acercamiento, se asocia con una mayor incidencia de trastornos metabólicos posparto, una menor producción de leche y un desempeño reproductivo más deficiente. Se ha recomendado apuntar a la ingesta de energía de las vacas durante el período de primeros planos en un 110-130% de los requerimientos de energía (Nydam *et al.*, 2017). Para Holsteins, esto está en el rango de 16 a 18 Mcal / d de energía neta para lactancia (NE_L).

Asimismo, se recomienda apuntar al MP suministrado de al menos 1.200 a 1.300 g/d para vacas durante este período (Nydam *et al.*, 2017). Dado que las dietas de menor energía alimentadas durante este período típicamente contienen cantidades limitadas de carbohidratos de fermentación rápida (16-18% de almidón), la síntesis de proteínas microbianas es limitada y las dietas generalmente contienen 1-2 kg o fuentes de proteínas no biodegradables ruminalmente para cumplir con los requisitos La recomendación de MP esbozada arriba. Además, la investigación en general apoya la formulación de metionina y lisina las raciones de estos animales a niveles similares a los utilizados en vacas en lactancia.

Instalaciones y confort: incluso el enfoque nutricional mejor formulado para las vacas secas puede descarrilarse por cuestiones relacionadas con los agrupamientos y las instalaciones de las vacas en transición. La mayoría de las recomendaciones actuales (p. ej., La densidad de población óptima al 80% de los bloqueos de cabeza o 0,8 m de espacio de literas por vaca (Cook and Nordlund, 2004) se basan en gran medida en el trabajo observacional en lugar de estudios aleatorios, en los que los beneficios de la disminución de la densidad de animales sólo se observaron en vacas primíparas. Del mismo modo, la eliminación del agrupamiento conjunto de vacas primíparas y multíparas que es común durante los periodos preparto y postparto, incluso en las granjas lecheras más grandes, sigue siendo una gran oportunidad para las granjas lecheras en cubículos. Aunque los estudios centrados en los movimientos de animales y su sincronización durante el período de transición son casi inexistentes, la práctica general de racionalizar los cambios de agrupación durante este tiempo parece haber producido dividendos en las granjas en términos de salud de vacas frescas y manejo de partos (Nydam *et al.*, 2017). Por último, estrategias de reducción de calor durante el período de transición han mostrado resultados consistentes y beneficiosos tanto en el desempeño posterior de la vaca como en la ternera durante de su ciclo de desarrollo (Tao and Dahl, 2013).

Recientemente, se ha demostrado que cuánto más tiempo las vacas pasan acostadas durante el periodo de transición hay una menor inflamación e incidencia de enfermedades, y un efecto positivo en la producción de leche y la eficiencia reproductiva de los animales (Piñeiro *et al.*, 2019a, b). No obstante, este estudio observacional solo ha demostrado una asociación y no se sabe si el tiempo de descanso es la causa o consecuencia de esa inflamación elevada. No obstante, este estudio viene a demostrar que indicadores de bienestar animal como el tiempo de descanso se pueden monitorizar para potencialmente establecer si los animales muestran una mayor o menor inflamación.

Suplementación de Antioxidantes. El estrés oxidativo se desarrolla en vacuno lechero en transición como consecuencia del incremento en la producción de ERO asociado con el aumento de la tasa metabólica asociada con las demandas de gestación avanzada y comienzo de la lactación. Teniendo en cuenta que

el incremento en la producción de ERO está asociado con los cambios fisiológicos asociados con el parto; la forma más eficaz de prevenir el estrés oxidativo es incrementar la capacidad antioxidante de las vacas para que éstas sean capaces de controlar el incremento en ERO. Los antioxidantes se pueden administrar de forma efectiva en la dieta de los animales. No obstante, las recomendaciones del NRC (2001)USA para vitaminas y minerales traza han sido desarrolladas con el objetivo de prevenir deficiencias, no para optimizar la producción. En la actualidad, existe evidencia sólida de que la suplementación ligeramente por encima de los niveles de requerimiento en vitaminas y minerales mejora la salud y el rendimiento de los animales (Abuelo *et al.*, 2015). Sin embargo, también hay evidencia de que la suplementación muy excesiva tiene algunos efectos perjudiciales, como el aumento de la incidencia de mastitis (Bouwstra *et al.*, 2010b, 2010a), ya que un exceso significativo de antioxidantes puede dar como resultado un aumento en la producción de prooxidantes (Rizzo *et al.*, 2013).

Además del efecto directo en el balance oxidativo, la suplementación antioxidante tiene otros beneficios añadidos. Muchas de las rutas implicadas en el metabolismo energético y proteico son influenciadas por el potencial redox. De hecho, al igual que en humanos con diabetes tipo II, el estrés oxidativo está relacionado con la desregulación del efecto de la insulina durante el parto (Abuelo *et al.*, 2016a). La suplementación con antioxidantes durante el final de la gestación resultó en una mejora de la tolerancia a la glucosa tras el parto (Abuelo *et al.*, 2016b), señalando que cuando el estado oxidativo de los animales mejora, también lo hace el metabolismo energético de estos.

Administración de antiinflamatorios. Los AINE brindan la oportunidad de investigar directamente los efectos de suprimir la inflamación endógena en la vaca de transición. Un estudio indicó que la involución uterina se aceleró con el tratamiento con flunixin meglumine en casos de metritis (Amiridis *et al.*, 2001), pero otro no mostró efectos beneficiosos, ni sistemáticamente ni en el tracto reproductivo (Drillich *et al.*, 2007). Además, Shwartz *et al.* (2009) no mostraron beneficios de la administración de flunixin meglumine durante los primeros 3 días de lactación.

Los salicilatos (por ejemplo, el ácido acetilsalicílico) tienen una vida media en suero de aproximadamente 30 minutos (Coetzee *et al.*, 2007). A pesar de su rápido aclaramiento, varios estudios han demostrado que la administración de salicilatos durante la lactación puede mejorar la producción de leche a largo plazo. En un estudio inicial, la administración de aspirina durante los primeros 5 días después del parto resultó en un incremento de la producción de leche en el pico de lactación (Bertoni *et al.*, 2004). Posteriormente, se demostró que el tratamiento con aspirina durante los primeros 5 días de lactancia aumentó el pico de producción en un 13% (Trevisi and Bertoni, 2006). Estos estudios fueron los primeros en demostrar el potencial de los tratamientos antiinflamatorios para aumentar el rendimiento de la leche durante el comienzo de la lactación. A continuación, otros estudios señalaron que en vacas tratadas con ácido acetilsalicílico durante los primeros 7 días tras el parto no mostraron cambios en la producción de leche durante la semana de tratamiento, pero a las 3 semanas de lactación, las vacas tratadas produjeron significativamente más grasa en leche que las del grupo control (Farney *et al.*, 2013a). Usando los datos del control lechero oficial, el rendimiento de producción de leche al final de la lactación normalizada a 305 días fue 2.470 kg mayor en vacas de más de tres partos en comparación con los controles (21% de aumento), aunque el rendimiento de producción de leche tendió a disminuir en un 8% en las vacas primíparas tratadas. Además, las vacas con paridad 3+ tratadas produjeron un 30% más de grasa de leche durante la lactación y tendieron a producir un 14% más de proteína que los controles en este grupo de paridad. Sorprendentemente, las respuestas de producción al tratamiento aparentemente no fueron el resultado de una mejor función metabólica, ya que las vacas tratadas una disminución de la glucosa plasmática y un aumento de las concentraciones plasmáticas de NEFA y beta-hidroxibutirato al comienzo de la lactación (Farney *et al.*, 2013b). De manera similar, la administración de meloxicam 1 día después del parto asistido aumentó el tiempo dedicado a comer en las siguientes 24 h (Newby *et al.*, 2013). Sin embargo, en general, hay que tener en cuenta que las respuestas a corto plazo al tratamiento con AINEs no han sido impresionantes (Priest *et al.*, 2013, Meier *et al.*, 2014), y los efectos en términos de producción suelen ser a largo plazo.

No obstante, la utilidad potencial de los tratamientos con AINE al comienzo de la lactación debe considerarse frente a los posibles riesgos para la salud animal y la cadena alimentaria. La supresión de la inflamación corre el riesgo de interrumpir el parto y la expulsión de la placenta, así como de disminuir las respuestas inmunitarias a la infección. Mediante la selección del momento de administración, la dosificación, y la selección del fármaco, se pueden evitar los problemas con la retención de placenta (Farney *et al.*, 2013b, Newby *et al.*, 2014). Del mismo modo, la administración conjunta de AINE con tratamiento antibiótico para la mamitis no parece necesariamente alterar la activación inmune (Vangroenweghe *et al.*, 2005) o aumentar la recurrencia de la enfermedad (McDougall *et al.*, 2009). Más allá de los posibles efectos adversos de interrumpir el proceso normal de inflamación, los residuos de medicamentos en la leche y la carne son una preocupación. Los salicilatos, aunque tienen una vida media de corta duración, han sido objeto de cierto escrutinio debido a los supuestos vínculos con el síndrome de Reye, y tienen un periodo de supresión de 24 horas tanto para la leche como para la carne (Damian *et al.*, 1997). Muchos otros AINE han establecido tiempos de supresión en leche que a menudo se extienden de 3 a 5 días después de que finaliza el tratamiento, creando barreras logísticas y financieras para un uso más amplio de AINE para controlar la inflamación posparto (Bradford *et al.*, 2015).

REFERENCIAS

- Abuelo, A., J. Hernandez, J. L. Benedito, and C. Castillo. 2015. The importance of the oxidative status of dairy cattle in the periparturient period: revisiting antioxidant supplementation. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl) 99(6):1003-1016. http://doi.org/10.1111/jpn.12273
- Abuelo, A., J. Hernandez, J. L. Benedito, and C. Castillo. 2016a. Association of oxidative status and insulin sensitivity in periparturient dairy cattle: an observational study. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl) 100(2):279-286. http://doi.org/10.1111/jpn.12365
- Abuelo, A., V. Alves-Nores, J. Hernandez, R. Muino, J. L. Benedito, and C. Castillo. 2016b. Effect of Parenteral Antioxidant Supplementation During the Dry Period on Postpartum Glucose Tolerance in Dairy Cows. J. Vet. Intern. Med. 30(3):892-898. http://doi.org/10.1111/jvim.13922
- Abuelo, A., J. Hernandez, J. L. Benedito, and C. Castillo. 2019. Redox Biology in Transition Periods of Dairy Cattle: Role in the Health of Periparturient and Neonatal Animals. Antioxidants (Basel) 8(1):20. http://doi.org/10.3390/antiox8010020
- Amiridis, G. S., L. Leontides, E. Tassos, P. Kostoulas, and

G. C. Fthenakis. 2001. Flunixin meglumine accelerates uterine involution and shortens the calving-to-first-oestrus interval in cows with puerperal metritis. J Vet Pharmacol Ther 24(5):365-367.

- Bernabucci, U., B. Ronchi, N. Lacetera, and A. Nardone. 2002. Markers of oxidative status in plasma and erythrocytes of transition dairy cows during hot season. J. Dairy Sci. 85(9):2173-2179. http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74296-3
- Bernabucci, U., B. Ronchi, N. Lacetera, and A. Nardone. 2005. Influence of Body Condition Score on Relationships Between Metabolic Status and Oxidative Stress in Periparturient Dairy Cows. J. Dairy Sci. 88(6):2017-2026. http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72878-2
- Bertoni, G., E. Trevisi, and F. Piccioli-Cappelli. 2004. Effects of Acetyl-salicylate Used in Post-calving of Dairy Cows. Vet. Res. Commun. 28(1):217-219. http://doi.org/10.1023/b:verc.0000045410.86004.03
- Bertoni, G., E. Trevisi, X. Han, and M. Bionaz. 2008. Effects of inflammatory conditions on liver activity in puerperium period and consequences for performance in dairy cows. J. Dairy Sci. 91(9):3300-3310. http://doi.org/10.3168/jds.2008-0995
- Bickerstaffe, R., E. F. Annison, and J. L. Linzell. 2009. The metabolism of glucose, acetate, lipids and amino acids in lactating dairy cows. J Agr Sci 82(01):71-85. http://doi.org/10.1017/s0021859600050243
- Bouwstra, R. J., M. Nielen, J. A. Stegeman, P. Dobbelaar, J. R. Newbold, E. H. Jansen, and T. van Werven. 2010a. Vitamin E supplementation during the dry period in dairy cattle. Part I: adverse effect on incidence of mastitis postpartum in a double-blind randomized field trial. J. Dairy Sci. 93(12):5684-5695. http://doi.org/10.3168/jds.2010-3159
- Bouwstra, R. J., M. Nielen, J. R. Newbold, E. H. Jansen, H. F. Jelinek, and T. van Werven. 2010b. Vitamin E supplementation during the dry period in dairy cattle. Part II: oxidative stress following vitamin E supplementation may increase clinical mastitis incidence postpartum. J. Dairy Sci. 93(12):5696-5706. http://doi.org/10.3168/jds.2010-3161
- Bradford, B. J., L. K. Mamedova, J. E. Minton, J. S. Drouillard, and B. J. Johnson. 2009. Daily injection of tumor necrosis factor-{alpha} increases hepatic triglycerides and alters transcript abundance of metabolic genes in lactating dairy cattle. J Nutr 139(8):1451-1456. http://doi.org/10.3945/jn.109.108233
- Bradford, B. J., K. Yuan, J. K. Farney, L. K. Mamedova, and A. J. Carpenter. 2015. Invited review: Inflammation during the transition to lactation: New adventures with an old flame. J. Dairy Sci. 98(10):6631-6650. http://doi.org/10.3168/jds.2015-9683
- Castillo, C., J. Hernandez, M. Lopez-Alonso, M. Miranda, and J. L. Benedito. 2003. Values of plasma lipid hydroperoxides and total antioxidant status in healthy dairy cows: preliminary observations. Arch Tierzucht 46(3):227-233.
- Coetzee, J. F., R. Gehring, A. C. Bettenhausen, B. V. Lubbers, S. E. Toerber, D. U. Thomson, B. Kukanich, and M. D. Apley. 2007. Attenuation of acute plasma cortisol response in calves following intravenous sodium salicylate administration prior to castration. J Vet Pharmacol Ther 30(4):305-313. http://doi.org/10.1111/j.1365-2885.2007.00869.x
- Contreras, G. A., C. Strieder-Barboza, and W. Raphael. 2017. Adipose tissue lipolysis and remodeling during the transition period of dairy cows. J Anim Sci Biotechnol 8:41. http://doi.org/10.1186/s40104-017-0174-4
- Cook, N. B. and K. V. Nordlund. 2004. Behavioral needs of the transition cow and considerations for special needs facility design. Vet. Clin. North. Am. Food Anim. Pract. 20(3):495-520. http://doi.org/10.1016/j.cvfa.2004.06.011
- Damian, P., A. L. Craigmill, and J. E. Riviere. 1997. Extra-label use of nonsteroidal anti-inflammatory drugs. J. Am. Vet. Med. Assoc. 211(7):860-861.
- Dann, H. M., N. B. Litherland, J. P. Underwood, M. Bionaz, A. D'Angelo, J. W. McFadden, and J. K. Drackley. 2006. Diets during far-off and close-up dry periods affect periparturient metabolism and lactation in multiparous cows. J. Dairy Sci. 89(9):3563-3577. http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72396-7
- Dechow, C. D., G. W. Rogers, U. Sander-Nielsen, L. Klei, T. J. Lawlor, J. S. Clay, A. E. Freeman, G. Abdel-Azim, A. Kuck, and S. Schnell. 2004. Correlations Among Body Condition Scores from Various Sources, Dairy Form, and Cow Health from the United States and Denmark. J. Dairy Sci. 87(10):3526-3533. http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73489-X
- Drillich, M., D. Voigt, D. Forderung, and W. Heuwieser. 2007. Treatment of acute puerperal metritis with flunixin meglumine in addition to antibiotic treatment. J. Dairy Sci. 90(8):3758-3763. http://doi.org/10.3168/jds.2007-0052
- Farney, J. K., L. K. Mamedova, J. F. Coetzee, B. KuKanich, L. M. Sordillo, S. K. Stoakes, J. E. Minton, L. C. Hollis, and B. J. Bradford. 2013a. Anti-inflammatory salicylate treatment alters the metabolic adaptations to lactation in dairy cattle. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol 305(2):R110-117. http://doi.org/10.1152/ajpregu.00152.2013
- Farney, J. K., L. K. Mamedova, J. F. Coetzee, J. E. Minton, L. C. Hollis, and B. J. Bradford. 2013b. Sodium salicylate treatment in early lactation increases whole-lactation milk and milk fat yield in mature dairy cows. J. Dairy Sci. 96(12):7709-7718. http://doi.org/10.3168/jds.2013-7088
- Gregor, M. F. and G. S. Hotamisligil. 2011. Inflammatory mechanisms in obesity. Annu Rev Immunol 29(1):415-445. http://doi.org/10.1146/annurev-immunol-031210-101322
- Grummer, R. R., D. G. Mashek, and A. Hayirli. 2004. Dry matter intake and energy balance in the transition period. Vet. Clin. North. Am. Food Anim. Pract. 20(3):447-470. http://doi.org/10.1016/j.cvfa.2004.06.013
- Hayirli, A., R. R. Grummer, E. V. Nordheim, and P. M. Crump. 2002. Animal and Dietary Factors Affecting Feed Intake During the Prefresh Transition Period in Holsteins. J. Dairy Sci. 85(12):3430-3443. http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74431-7
- Herdt, T. H. 2000. Ruminant adaptation to negative energy balance. Influences on the etiology of ketosis and fatty liver. Vet. Clin. North. Am. Food Anim. Pract. 16(2):215-230, v. http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30102-X

- Hotamisligil, G. S. 2006. Inflammation and metabolic disorders. Nature 444(7121):860-867. http://doi.org/10.1038/nature05485
- Hotamisligil, G. S. and E. Erbay. 2008. Nutrient sensing and inflammation in metabolic diseases. Nat Rev Immunol 8(12):923-934. http://doi.org/10.1038/nri2449
- Janovick, N. A., Y. R. Boisclair, and J. K. Drackley. 2011. Prepartum dietary energy intake affects metabolism and health during the periparturient period in primiparous and multiparous Holstein cows. J. Dairy Sci. 94(3):1385-1400.
- Laubenthal, L., L. Ruda, N. Sultana, J. Winkler, J. Rehage, U. Meyer, S. Danicke, H. Sauerwein, and S. Haussler. 2017. Effect of increasing body condition on oxidative stress and mitochondrial biogenesis in subcutaneous adipose tissue depot of nonlactating dairy cows. J. Dairy Sci. 100(6):4976-4986. http://doi.org/10.3168/jds.2016-12356
- Lumeng, C. N. and A. R. Saltiel. 2011. Inflammatory links between obesity and metabolic disease. J Clin Invest 121(6):2111-2117. http://doi.org/10.1172/JCI57132
- Mann, S., F. A. Yepes, T. R. Overton, J. J. Wakshlag, A. L. Lock, C. M. Ryan, and D. V. Nydam. 2015. Dry period plane of energy: Effects on feed intake, energy balance, milk production, and composition in transition dairy cows. J. Dairy Sci. 98(5):3366-3382. http://doi.org/10.3168/jds.2014-9024
- McDougall, S., M. A. Bryan, and R. M. Tiddy. 2009. Effect of treatment with the nonsteroidal antiinflammatory meloxicam on milk production, somatic cell count, probability of re-treatment, and culling of dairy cows with mild clinical mastitis. J. Dairy Sci. 92(9):4421-4431. http://doi.org/10.3168/jds.2009-2284
- Meier, S., N. V. Priest, C. R. Burke, J. K. Kay, S. McDougall, M. D. Mitchell, C. G. Walker, A. Heiser, J. J. Loor, and J. R. Roche. 2014. Treatment with a nonsteroidal antiinflammatory drug after calving did not improve milk production, health, or reproduction parameters in pasture-grazed dairy cows. J. Dairy Sci. 97(5):2932-2943. http://doi.org/10.3168/jds.2013-7838
- Newby, N. C., D. L. Pearl, S. J. Leblanc, K. E. Leslie, M. A. von Keyserlingk, and T. F. Duffield. 2013. Effects of meloxicam on milk production, behavior, and feed intake in dairy cows following assisted calving. J. Dairy Sci. 96(6):3682-3688. http://doi.org/10.3168/jds.2012-6214
- Newby, N. C., D. Renaud, R. Tremblay, and T. F. Duffield. 2014. Evaluation of the effects of treating dairy cows with meloxicam at calving on retained fetal membranes risk. Can. Vet. J. 55(12):1196-1199.
- NRC, National Research Council. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th ed. National Academic Press, Washington DC, USA.
- Nydam, D. V., T. R. Overton, J. A. McArt, M. M. McCarthy, B. M. Leno, and S. Mann. 2017. Management of transition cows to optimize health and production. Pages 1067-1075 in Large Dairy Herd Management 3ed. D. K. Beede, ed. American Dairy Science Association, Champaign, IL.
- Ohtsuka, H., M. Koiwa, A. Hatsugaya, K. Kudo, F. Hoshi, N. Itoh, H. Yokota, H. Okada, and S.-i. Kawamura. 2001. Relationship between Serum TNF Activity and Insulin Resistance in Dairy Cows Affected with Naturally Occurring Fatty Liver. J. Vet. Med. Sci. 63(9):1021-1025. http://doi.org/10.1292/jvms.63.1021
- Ospina, P. A., D. V. Nydam, T. Stokol, and T. R. Overton. 2010. Associations of elevated nonesterified fatty acids and beta-hydroxybutyrate concentrations with early lactation reproductive performance and milk production in transition dairy cattle in the northeastern United States. J. Dairy Sci. 93(4):1596-1603. http://doi.org/10.3168/jds.2009-2852
- Piñeiro, J. M., B. T. Menichetti, A. A. Barragan, A. E. Relling, W. P. Weiss, S. Bas, and G. M. Schuenemann. 2019a. Associations of pre- and postpartum lying time with metabolic, inflammation, and health status of lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 102(4):3348-3361. http://doi.org/10.3168/jds.2018-15386
- Piñeiro, J. M., B. T. Menichetti, A. A. Barragan, A. E. Relling, W. P. Weiss, S. Bas, and G. M. Schuenemann. 2019b. Associations of postpartum lying time with culling, milk yield, cyclicity, and reproductive performance of lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 102(4):3362-3375. http://doi.org/10.3168/jds.2018-15387
- Priest, N. V., S. McDougall, C. R. Burke, J. R. Roche, M. Mitchell, K. L. McLeod, S. L. Greenwood, and S. Meier. 2013. The responsiveness of subclinical endometritis to a nonsteroidal antiinflammatory drug in pasture-grazed dairy cows. J. Dairy Sci. 96(7):4323-4332. http://doi.org/10.3168/jds.2012-6266
- Rizzo, A., M. Pantaleo, M. Mutinati, G. Minoia, C. Trisolini, E. Ceci, and R. L. Sciorsci. 2013. Blood and milk oxidative status after administration of different antioxidants during early postpartum in dairy cows. Research in Veterinary Science 95(0):1171-1174. http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.rvsc.2013.07.016
- Roberts, C. K. and K. K. Sindhu. 2009. Oxidative stress and metabolic syndrome. Life Sci 84(21-22):705-712. http://doi.org/10.1016/j.lfs.2009.02.026
- Shwartz, G., K. L. Hill, M. J. VanBaale, and L. H. Baumgard. 2009. Effects of flunixin meglumine on pyrexia and bioenergetic variables in postparturient dairy cows. J. Dairy Sci. 92(5):1963-1970. http://doi.org/10.3168/jds.2008-1581
- Sordillo, L. M., N. O'Boyle, J. C. Gandy, C. M. Corl, and E. Hamilton. 2007. Shifts in thioredoxin reductase activity and oxidant status in mononuclear cells obtained from transition dairy cattle. J. Dairy Sci. 90(3):1186-1192. http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(07)71605-3
- Sordillo, L. M., G. A. Contreras, and S. L. Aitken. 2009. Metabolic factors affecting the inflammatory response of periparturient dairy cows. Anim Health Res Rev 10(1):53-63. http://doi.org/10.1017/S1466252309990016
- Sordillo, L. M. and S. L. Aitken. 2009. Impact of oxidative stress on the health and immune function of dairy cattle. Vet. Immunol. Immunopathol. 128(1-3):104-109. http://doi.org/10.1016/j.vetimm.2008.10.305
- Sordillo, L. M. and W. Raphael. 2013. Significance of metabolic stress, lipid mobilization, and inflammation on transition cow disorders. Vet. Clin. North. Am. Food Anim. Pract. 29(2):267-278. http://doi.org/10.1016/j.cvfa.2013.03.002
- Tao, S. and G. E. Dahl. 2013. Invited review: heat stress effects during late gestation on dry cows and their calves. J. Dairy Sci. 96(7):4079-4093. http://doi.org/10.3168/jds.2012-6278

- Trevisi, E. and G. Bertoni. 2006. Attenuation of inflammatory conditions in periparturient dairy cows with acetylsalicylate treatments. Aspirin and Health Research Progress. Nova Science Publishers, Inc., Hauppauge NY, USA.
- Urakawa, H., A. Katsuki, Y. Sumida, E. C. Gabazza, S. Murashima, K. Morioka, N. Maruyama, N. Kitagawa, T. Tanaka, Y. Hori, K. Nakatani, Y. Yano, and Y. Adachi. 2003. Oxidative stress is associated with adiposity and insulin resistance in men. J Clin Endocrinol Metab 88(10):4673-4676. http://doi.org/10.1210/jc.2003-030202
- Valko, M., D. Leibfritz, J. Moncol, M. T. Cronin, M. Mazur, and J. Telser. 2007. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. Int J Biochem Cell Biol 39(1):44-84. http://doi.org/10.1016/j.biocel.2006.07.001
- Vangroenweghe, F., L. Duchateau, P. Boutet, P. Lekeux, P. Rainard, M. J. Paape, and C. Burvenich. 2005. Effect of carprofen treatment following experimentally induced Escherichia coli mastitis in primiparous cows. J. Dairy Sci. 88(7):2361-2376. http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72914-3
- Weber, C., C. Hametner, A. Tuchscherer, B. Losand, E. Kanitz, W. Otten, S. P. Singh, R. M. Bruckmaier, F. Becker, W. Kanitz, and H. M. Hammon. 2013. Variation in fat mobilization during early lactation differently affects feed intake, body condition, and lipid and glucose metabolism in high-yielding dairy cows. J. Dairy Sci. 96(1):165-180. http://doi.org/http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-5574
- Wisnieski, L., B. Norby, S. J. Pierce, T. Becker, J. C. Gandy, and L. M. Sordillo. 2019. Predictive models for early lactation diseases in transition dairy cattle at dry-off. Prev. Vet. Med. 163:68-78. http://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.12.014
- Zachut, M., H. Honig, S. Striem, Y. Zick, S. Boura-Halfon, and U. Moallem. 2013. Periparturient dairy cows do not exhibit hepatic insulin resistance, yet adipose-specific insulin resistance occurs in cows prone to high weight loss. J. Dairy Sci. 96(9):5656-5669. http://doi.org/http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-6142

OPORTUNIDADES PARA MEJORAR EL BIENESTAR DE LOS TERNEROS DE ENGORDE MEDIANTE LA REDUCCIÓN DEL USO DE ANTIMICROBIANOS

B. Pardon, DVM, Ph.D, Dip. ECBHM

En todo el mundo, la industria de la carne de ternera está especializada en la producción de carne de alta calidad, engordando a los terneros machos excedentes de la industria láctea con una dieta de sustitución de leche con niveles variables de forraje. Hoy en día, la producción de carne de ternera es muy criticada por el uso de la mayor cantidad de antimicrobianos de todas las empresas ganaderas documentadas (N.B. la industria de los corrales de engorde no ha sido documentada todavía). Por ejemplo, en los Países Bajos, en los años de referencia 2009-2010, el uso de antimicrobianos fue de 6 dosis diarias por animal (DDD_{vet})/año en el ganado lechero, mientras que en los terneros de engorde fue de 34 DDD_{vet}/año por ternero[1]. Esto significa que un ternero medio recibe suficientes antimicrobianos para ser tratado durante 34 días al año, o el 17,9% de su vida. En Bélgica la situación era aún peor con 60 DDD^{vet}/animal/año[2]. Este uso intensivo de antimicrobianos dio lugar a niveles muy altos de resistencia a los antimicrobianos en bacterias comensales, patógenas y zoonóticas (por ejemplo, *Staphylococcus aureus* resistentes a la meticilina, *Enterobacteriaceae* productoras de betalactamasa de amplio espectro...) en terneros de engorde[3]. El transporte y la mezcla de terneros muy jóvenes procedentes de múltiples explotaciones de origen (por ejemplo, 1,3 terneros por rebaño de origen en Bélgica[4]) es inherente a la industria de la carne de ternera y da lugar a una gran presión infecciosa y de enfermedad. Para hacer frente a este problema, la industria de la carne de ternera se basó en tratamientos antimicrobianos grupales (predominantemente orales), que dieron lugar a una mortalidad aceptablemente baja (4,9 % ± 0,8 en los terneros lecheros)[5]. Hoy en día, estos altos niveles de uso de antimicrobianos ya no se toleran en la Unión Europea y es necesario reducirlos urgentemente[6]. Como argumento en contra de una reducción demasiado rápida, la industria y los veterinarios temen que la mortalidad pueda aumentar si disminuye demasiado el uso de antimicrobianos, demasiado rápido.

Históricamente, la industria de la carne de ternera es muy susceptible a las críticas sobre el bienestar de los animales. Para mejorar la situación, hace ya más de dos décadas que se implantaron leyes europeas sobre alimentación (niveles de Fe, suministro de forraje) y alojamiento (superficie/animal; alojamiento en grupo a la edad de 8 semanas)[3]. Sin embargo, la preocupación del público, especialmente sobre la necesidad de los animales de expresar el comportamiento natural, permanece y como muchos otros negocios de animales de alimentación, la industria de terneros para carne necesita renovar su "licencia para producir" del consumidor. La incidencia del comportamiento oral no nutritivo sigue siendo alta en la industria de la carne de ternera[7], y la demanda de métodos alternativos de alojamiento (por ejemplo, corrales al aire libre, paja) y alimentación (por ejemplo, comederos automáticos, más forraje) está creciendo rápidamente en algunos países, como Suiza[8]. Hoy en día, el enfoque clásico de las cinco libertades, que se basa en mediciones de supervivencia crítica, es cada vez más reemplazado por el objetivo de ayudar a los animales a tener" vidas dignas de ser vividas".[9] La evaluación del bienestar es muy compleja y es importante tener en cuenta que los planes de evaluación disponibles, como el Proyecto Europeo de Calidad del Bienestar[10], todavía necesita una evaluación exhaustiva de las explotaciones y una mayor simplificación cuando sea posible. Independientemente del método de evaluación elegido, la "carencia de dolor, lesiones y enfermedades" seguirá siendo un aspecto crucial del bienestar. El uso de antimicrobianos actúa principalmente en este aspecto. Es importante darse cuenta de que también otras industrias (cebaderos, vacas lecheras, cría de novillas lecheras en varios sitios...) están trabajando con terneras jóvenes de múltiples orígenes. Se enfrentan exactamente a la misma carga de enfermedad y necesitan reducir el uso de antimicrobianos en la industria de la carne de ternera, pero en la actualidad tienen la ventaja de una mejor percepción del bienestar por parte del público en general y de la comunidad científica.

En los Países Bajos y Bélgica se han puesto en marcha iniciativas (legislativas) nacionales para reducir el uso de antimicrobianos en animales destinados a la producción de alimentos en 2009 y 2016, respectivamente. Los objetivos nacionales eran reducir el uso total de antimicrobianos en un 70% para 2015 en los Países Bajos y en un 50% para 2020 en Bélgica. Ambos países prohibieron el uso preventivo de antimicrobianos y obligaron a realizar pruebas de evaluación comparativa y de susceptibilidad a los antimicrobianos para uso antimicrobiano crítico. Las directrices de tratamiento (formularios) se han puesto a disposición en ambos países. En esta conferencia se proporciona una visión general sobre cómo la presión para reducir el uso de antimicrobianos indujo cambios en la industria de la carne de ternera belga, que podrían tener potencial para mejorar el bienestar en el futuro. Se presentan los métodos utilizados en una campaña de sensibilización flamenca hacia la industria de la carne de ternera.

Reducción racional del uso de antimicrobianos y el enfoque de "tres pilares"

En el contexto del uso de los antimicrobianos, el término "uso racional" significa únicamente el uso basado en la razón y la lógica y óptimo para todos los objetivos, concretamente, la economía (producción), el bienestar y la salud pública y medioambiental. En esencia, sólo los animales con una infección bacteriana evidenciada deberían ser tratados con antimicrobianos. Fácil de decir, pero es un objetivo muy difícil de alcanzar en rebaños con un tamaño medio de 500 cabezas, altos niveles de circulación viral y estrictas limitaciones económicas en el presupuesto de diagnóstico disponible. En 2014, para guiar a la industria de la carne de ternera hacia una reducción gradual del uso de antimicrobianos, sin poner en peligro el bienestar ni las cuestiones económicas, se llevó a cabo un proyecto de demostración encargado por el Gobierno flamenco en colaboración con el Servicio Flamenco de Sanidad Animal (DGZ Vlaanderen). La base de conocimientos para este proyecto se estableció en una serie de estudios que documentan la morbilidad, la mortalidad y el uso de antimicrobianos en la industria de la carne de ternera belga e identifican los principales patógenos.[2,5,11] La estrategia de comunicación seleccionada para los criadores de terneros, veterinarios y propietarios de empresas de carne de

ternera se basaba en tres pilares (Figura 1). Un primer pilar contenía una serie de parámetros de selección de terneros para asegurar un riesgo mínimo de enfermedad y, por lo tanto, un uso mínimo de antimicrobianos y pérdidas de producción en los terneros adquiridos. El segundo se dedicó al alojamiento y la nutrición adecuadas. El tercer pilar se centró en la terapia antimicrobiana (uso prudente).

Primer pilar: parámetros de selección de terneros

El objetivo es comprar sólo animales con un riesgo mínimo de enfermedad. En un estudio canadiense, por ejemplo, hasta un 50% y un 25% de los terneros llegaron deshidratados y con un ombligo anormal o diarrea[12]. Los animales sanos tendrían menos probabilidades de albergar cualquier patógeno a su llegada, o de permitir la replicación masiva de patógenos en la infección. Es un secreto bien conocido en la industria de la carne de ternera que se pueden producir grupos de mortalidad en terneros originarios del mismo rebaño[13]. Este hecho ya se utiliza como ventaja económica para reducir los precios de compra de los terneros. Un segundo parámetro de fácil acceso es un examen clínico a la llegada. Un ombligo ligeramente agrandado y una deshidratación grave se relacionaron con un mayor riesgo de mortalidad[12]. Curiosamente, el uso de antimicrobianos fue menor en las granjas de terneras suizas que sometían a todos los terneros a un examen veterinario a su llegada[14]. Se desconoce hasta qué punto el historial de enfermedades (tratamientos previos) del ternero puede estar relacionado con el rendimiento en la granja de terneros, pero sería interesante analizarlo. Otra técnica prometedora es la ecografía torácica para seleccionar los terneros que se van a comprar y el tratamiento específico a su llegada. El escaneo a la llegada ha encontrado acceso a la práctica, pero actualmente se carece de evidencia científica sobre su beneficio económico. La selección de los animales en función de su edad sigue siendo controvertida. Los terneros mayores tienen menos riesgo de diarrea, pero existen resultados de estudios contradictorios[4,15]. Los terneros delgados son propensos a enfermedades, y los terneros que pesan menos de 51 kg tienen 2,7 veces más probabilidades de sufrir problemas respiratorios, lo que empeora con la reducción de peso[16].

Además del origen, se pueden determinar las características generales y el examen clínico, así como los parámetros sanguíneos adicionales. La absorción adecuada de calostro es esencial para minimizar el riesgo de enfermedad y asegurar el crecimiento en los primeros meses de vida. Hay indicios de que los ganaderos lecheros y de carne de vacuno proporcionan menos calostro a los terneros destinados a la industria de la carne [17]. En los terneros menores de una semana se pueden utilizar pruebas de detección baratas basadas en la proteína total del suero (corte = 51 g/l) a la llegada, a pesar de una alta prevalencia de deshidratación (12%) en estos animales[18]. En Europa, los terneros deben tener dos semanas de edad antes de poder ser transportados. A esa edad ya no se puede utilizar la proteína total del suero, pero sí los niveles de gammaglobulina (corte = 7,5 g/L) determinados por electroforesis o difusión inmune radial[19]. A pesar de que se dispone de los conocimientos y las posibilidades de realizar pruebas prácticas a los animales, todavía no se realizan pruebas sistemáticas o específicas para detectar el fracaso de la transferencia pasiva en ninguna de las principales empresas de carne de ternera de Bélgica o de los Países Bajos. Estudios recientes mostraron que los terneros que tenían anticuerpos contra el virus respiratorio sincicial bovino, el parainfluenzavirus tipo III y el coronavirus bovino habían reducido las probabilidades de contraer enfermedades respiratorias en las primeras semanas después de su llegada[19]. Esta observación es un alegato a favor de la vacunación de vacas o terneros en los rebaños de origen. Un parámetro sanguíneo adicional de interés para analizar en terneros Holstein a su llegada, podría ser el colesterol, dada la mayor incidencia de deficiencia letal de colesterol en esta raza[12].

En Bélgica, y probablemente en todo el mundo, los patógenos respiratorios dominantes en la cría de terneros de engorde fueron *Mycoplasma bovis* (100% de los rebaños) y el virus de la diarrea viral bovina (BVDv) (93,3%)[11,20]. Los animales infectados persistentemente (IP) con el virus de la DVBT tenían un mayor riesgo de mortalidad (66,6% vs. 4,1% en los no IP) y neumonía crónica y pleuritis [5,20]. La realización de pruebas a los terneros neonatales para detectar la presencia de VDVB (antígeno) probablemente sería beneficiosa para reducir la morbilidad y la mortalidad. Del mismo modo, los terneros que ya tenían anticuerpos de *M. bovis* a su llegada (infección subaguda o absorción de calostro de una madre recientemente infectada) tenían un mayor riesgo de padecer enfermedades respiratorias[20]. *M. bovis* es una enfermedad altamente contagiosa, que se propaga rápidamente a su llegada y su pico de propagación coincide con el pico de la enfermedad respiratoria (2-3 semanas después de la llegada) en las granjas de ternera[5]. La evaluación de la calidad de los terneros en el momento de la compra, basada en parámetros científicamente sub elaborados, en lugar de en corazonadas, permite la posibilidad de clasificar el riesgo y tratar a los animales a su llegada, y proporciona una ventaja económica para reducir/aumentar el precio de un ternero de mala/buena calidad. Una compensación económica por los mejores terneros estimulará a los rebaños de origen para asegurar un buen peso corporal, la toma de calostro y la vacunación, mejorando el bienestar de los terneros.

Segundo pilar: nutrición y alojamiento

Está fuera del alcance de esta conferencia entrar en grandes detalles sobre el papel de la nutrición y alojamiento en la inmunidad y enfermedad. Este párrafo se limita a informar al lector sobre las comunicaciones que se hicieron a la industria de carne de ternera, en el marco del proyecto de demostración para reducir el uso de antimicrobianos. Una nutrición adecuada tiene efectos importantes en el funcionamiento del sistema inmunológico y, por lo tanto, en la capacidad de los animales para hacer frente a la alta presión de infección en las instalaciones cárnicas de ternera. Al asegurar una condición corporal adecuada se crea una mejor protección contra el estrés por frío (aislamiento) y más reservas para aumentar una respuesta a una fase aguda prolongada. Debido a la naturaleza cerrada de la composición de la dieta en la industria de la carne de ternera, la comunicación sobre este tema se limitó a garantizar las necesidades de proteínas/calorías y niveles suficientes de hierro. En lo que respecta al alojamiento, el principal punto de atención fue la ventilación adecuada, protegiendo a los terneros del estrés por frío y de los contaminantes del aire. Se hicieron cursos de ventilación en establos con demostración de patrones de ventilación (humo) para sensibilizar al grupo al que iba orientado. Asimismo, se proporcionó a la audiencia protocolos para la limpieza y desinfección adecuada (incluyendo los tubos de leche).

Tercer pilar: uso prudente y responsable de los antimicrobianos

Es evidente que la reducción más rápida en el uso de antimicrobianos podría obtenerse reflexionando sobre las prácticas actuales. En la figura 1 se proporciona una visión general de las posibles medidas a corto plazo presentadas al grupo previsto, clasificadas según su viabilidad. Al igual que en la industria de la carne de ternera belga, en los años de referencia 2009-2010 se utilizaron dos antibióticos en el 33% de los tratamientos de

grupo, el 24% para las indicaciones indocumentadas (disbiosis y diarrea nutricional) y el 13,0% como profilaxis de llegada: una oportunidad masiva para reducir[2].

Cumplimiento y resultados obtenidos

Los datos sobre el uso de antimicrobianos (2014-2016) de la mayor práctica de ternera en Bélgica (295 ciclos de producción procedentes de 78 explotaciones) mostraron una reducción del 46% en el uso total de antimicrobianos en comparación con el 2010 (26,4 DDD_{vet}/animal/año), y una reducción del 96% en el uso de fluoroquinolonas de importancia crítica y cefalosporinas d 3ª y 4ª generación[21]. El uso en la industria de la carne de ternera lechera es ahora casi similar en Bélgica y en los Países Bajos. Es importante señalar que esta reducción se logró antes de la entrada en vigor de la ley belga (cambio voluntario), a diferencia de los Países Bajos. A pesar de una reducción general, en Bélgica todavía existían grandes diferencias en el uso de antimicrobianos entre las empresas de carne de ternera, lo que apuntaba a la importancia de sensibilizar a los propietarios de las empresas. No se pudo evidenciar ninguna asociación entre un menor uso de antimicrobianos y un aumento de la mortalidad (Figura 2). En contraste, una asociación positiva entre el uso de antimicrobianos y la mortalidad parece estar presente en las empresas de carne de ternera que usan menos antimicrobianos, mientras que no se observó ninguna relación en absoluto en las empresas de alto uso (Bokma *et al.*, en revisión). La mortalidad promedió 2.7% ± 1.3 (rango: 0-7.0%) en estas granjas, el número más bajo declarado para cualquier industria de terneros[21].

Si se examinan más detenidamente las medidas adoptadas (sobre todo por los veterinarios de ternera) la mayoría de ellas se enmarcan en el tercer pilar: el uso de los antimicrobianos. Todos los parámetros sugeridos en este pilar (Figura 1) fueron incluidos sistemáticamente, con la excepción de la retirada total de la profilaxis de llegada en cada explotación. En el segundo pilar, las empresas de ternera estimulaban la desinfección entre ciclos de producción ofreciendo los productos a los agricultores. Se realizaron adaptaciones de clima estable en establos seleccionados. Por el contrario, en el primer pilar, la negociación de los precios de los terneros se limitó a la mortalidad del rebaño de origen y a la presencia de signos clínicos en el momento de la compra. Antes de 2015, la realización de pruebas a los terneros para detectar la presencia de BVDv a su llegada significaría el uso de PCR, que era considerado económicamente imposible por la industria y, por lo tanto, no se llevó a cabo. Sin embargo, en enero de 2015, Bélgica inició una campaña oficial de erradicación del virus de la DVBV, en la que todos los terneros recién nacidos eran marcados en la oreja y los positivos ya no podían venderse. Esto podría explicar en parte la reducción observada en la mortalidad en la industria de la carne de ternera, ya que alrededor del 0,6% de los terneros admitidos eran PI y estos animales tenían pocas posibilidades de supervivencia[20]. A pesar de que aún no se ha implementado sistemáticamente, el interés en el cribado de los parámetros sanguíneos, especialmente aquellos relacionados con la absorción de calostro, ha aumentado masivamente y algunas compañías de carne de ternera/prácticas veterinarias planean ofrecer el servicio. Hay que tener en cuenta que la vacunación no formaba parte de la estrategia seleccionada. La razón fue que en el momento del proyecto no se disponía de suficiente evidencia sobre el efecto de la vacunación de los animales jóvenes después de un factor estresante (transporte y mezcla) y en el momento de la exposición al patógeno. Sin embargo, actualmente hay disponible evidencia indirecta sobre la vacunación de las madres o la vacunación en las explotaciones agrícolas[19]. Esta estrategia de vacunación y muchos otros parámetros de selección de terneros sólo pueden lograrse si los productores de leche y carne de vacuno y la industria de la ternera se conectan mejor en el futuro. En opinión de los autores, una solución sostenible para prevenir verdaderamente las enfermedades y reducir el uso de antimicrobianos es creando una situación de beneficio mutuo, con precios más altos para los terneros con un riesgo mínimo de enfermedad (vacunados, absorción adecuada de calostro y peso corporal...). Un efecto secundario importante de la presión para reducir el uso de antimicrobianos fue que varias prácticas veterinarias invirtieron en software para automatizar el registro de medicamentos. Como consecuencia, el marco digital para el registro efectivo de enfermedades a nivel individual está actualmente disponible y ofrece la oportunidad de monitorear también el bienestar.

Conclusión

La presión para reducir el uso de antimicrobianos resultó en una disminución rápida y masiva de los terneros para carne holandeses (legislación) y belgas (voluntarios), aparentemente sin un aumento preocupante de la mortalidad. Sin embargo, esta reducción se logró principalmente mediante la adaptación de las prácticas actuales de uso de antimicrobianos, y no mediante una mejor prevención de las enfermedades. Es poco probable que la opinión pública acepte este nivel reducido de uso de antimicrobianos como una etapa final. Por lo tanto, el verdadero desafío para la industria no ha hecho más que empezar, con inversiones en la mejora de la calidad de los terneros en el momento de la compra (prevención) y en la terapia antimicrobiana individualizada como elementos clave para el futuro. El autor recomienda a todas las personas implicadas que pongan en marcha la evaluación comparativa y simultánea del uso de los antimicrobianos y la mortalidad como un indicador aproximado de bienestar, para asegurar mínimamente que ningún animal sea dejado deliberadamente sin tratar. Los avances digitales realizados en esta industria para automatizar el registro del uso de antimicrobianos pueden ser fácilmente ampliados en parámetros de salud y bienestar, preparando a la industria de la carne de ternera y cualquier otra que combine terneros jóvenes (carne de vaca lechera, cría de novillas lecheras...) para obtener la nueva `licencia para producir' del consumidor, con total transparencia.

Bibliografía

En la version inglesa

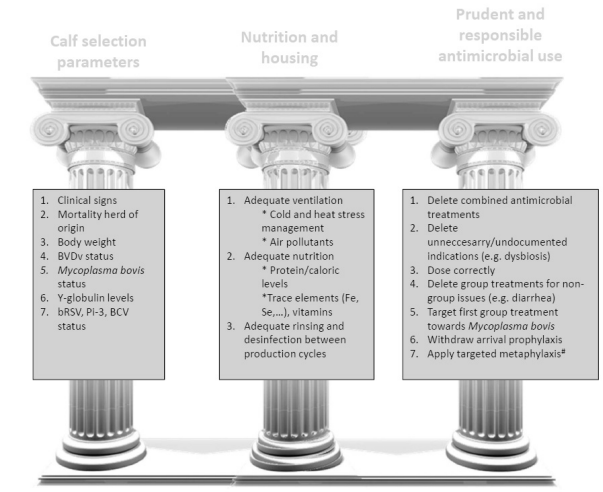


Figure 1. Aproximación de tres pilares para indicar maneras de reducir de forma racional el uso de antimicrobianos en la industria de la carne de ternera, basado en una campana encargada por el gobierno flamenco (2014).

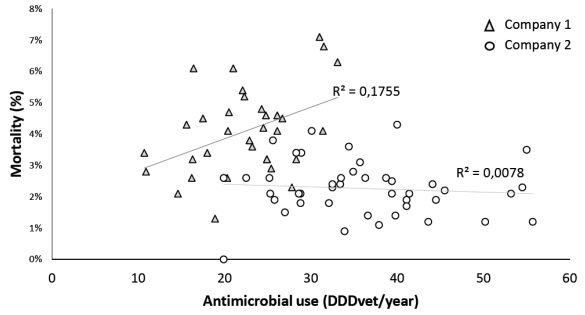


Figure 2. Relación entre el uso de antimicrobianos (DDD_{vet}/año) y mortalidad (%) en dos empresas de carne de ternera, basado en 76 ciclos de producción de carne de ternera blanca (2014-2016, Bélgica) (Bokma *et al.*, no publicado)

ENGLISH VERSION

OPPORTUNITIES TO IMPROVE THE WELFARE OF VEAL CALVES BY REDUCING ANTIMICROBIAL USE

B. Pardon, DVM, Ph.D, Dip. ECBHM

Worldwide the veal industry is specialized in producing high quality meat, by fattening excess male calves from the dairy industry on a milk replacer diet with variable levels of roughage. Today veal production is heavily criticized because of using the largest amount of antimicrobials of all documented cattle businesses (N.B. the feedlot industry has not been documented yet). For example, in the Netherlands in the benchmark years 2009-2010, antimicrobial use was 6 animal daily doses (DDD_{vet})/year in dairy cattle, whereas it was 34 DDD_{vet}/animal year in veal calves[1]. This means that an average veal calf received enough antimicrobials to be treated for 34 days on an annual basis, or 17.9% of their lifetime. In Belgium the situation was even worse with 60 DDD^{vet}/animal/year[2]. This intensive antimicrobial use resulted in very high levels of antimicrobial resistance in commensal, pathogenic and zoonotic bacteria (e.g. methicillin resistant *Staphylococcus aureus*, extended spectrum beta-lactamase producing *Enterobacteriaceae*,...) from veal calves[3]. Transporting and commingling of very young calves from multiple farms of origin (e.g. 1.3 calf pro herd of origin in Belgium[4]) is inherent to the veal industry and results in a large infectious pressure and ditto disease burden. To tackle this problem, the veal industry relied on (predominantly oral) antimicrobial group treatments, which resulted in an acceptably low mortality (4.9% ± 0.8 in dairy veal calves)[5]. Today, such high levels of antimicrobial use are no longer tolerated in the European union and reduction is urgently needed[6]. As a counter-argument against a too rapid reduction, the industry and veterinarians fear that mortality might increase if antimicrobial use decreases too much, too fast.

Historically the veal industry is very susceptible to criticism on animal welfare. To improve the situation, European laws on feeding (Fe levels, roughage provision) and housing (surface/animal; group housing at the age of 8 weeks) have been installed already more than 2 decades ago[3]. However, public concern, especially on the animals need to express natural behavior, remained and as many other food animal business, the veal calf industry timely needs to renew its ' license to produce' from the consumer. The incidence of non-nutritive oral behavior remains high in the mainstream veal industry[7], and the demand for alternative housing (e.g. outdoor pens, straw) and feeding (e.g. automatic feeders, more roughage) methods is rapidly growing in some countries, like Switzerland[8]. Nowadays, the classic five freedom approach, which is based on survival-critical measurements, is more and more replaced by the objective to help animals to have 'lives worth living'.[9] Welfare evaluation is very complex and it is important to realize that available evaluation schemes, such as the European Welfare Quality project[10] still need extensive on farm evaluation and further simplification where possible. Regardless of the evaluation method selected, 'freedom of pain, injury and disease' will remain a crucial aspect of welfare. Antimicrobial use mainly acts on this aspect. It is important to realize that also other industries (feedlots, dairy beef, multisite dairy heifer rearing,...) are working with young calves from multiple origins. They face exactly the same disease burden and need to reduce antimicrobial use as the veal industry, but at present have the advantage of a better welfare perception by the general public and scientific community.

In the Netherlands and Belgium, national (legislative) initiatives to reduce antimicrobial use in food animals have been initiated in 2009 and 2016, respectively. National targets were reductions in total antimicrobial use of 70% by 2015 in the Netherlands and of 50% by 2020 in Belgium. Both countries prohibited preventive antimicrobial use and obliged benchmarking and antimicrobial susceptibility testing for critical antimicrobial use. Treatment guidelines (formularies) have been made available in both countries. In this lecture, an overview is provided on how the pressure to reduce antimicrobial use induced changes in the Belgian veal industry, which might have potential for improved welfare in the future. Methods used in a Flemish sensibilization campaign towards the veal industry are presented.

Rational reduction in antimicrobial use and the 'three pillar' approach

In the context of antimicrobial use the term 'rational use' signifies only using based on reason and logic and optimal for all objectives, namely economics (production), welfare and public/environmental health. In essence, only animals with an evidenced bacterial infection should be treated with antimicrobials. Easily stated, but a very difficult objective to realize in herds with average sizes of 500 heads, high levels of viral circulation and strict economic limitations on the diagnostic budget available. To guide the veal industry towards a gradual reduction in antimicrobial use, without risking welfare or economic issues, a demonstration project commissioned by the Flemish government was conducted in 2014 in collaboration with the Flemish Animal Health Service (DGZ Vlaanderen). The knowledge base for this project was laid in a series of studies documenting morbidity, mortality and antimicrobial use in the Belgian veal industry and identifying the main pathogens[2,5,11]. The selected communication strategy towards veal farmers, veterinarians and veal company owners consisted of three pillars (Figure 1). A first pillar held a series of calf selection parameters to assure minimal disease risk, and hence minimal antimicrobial use and production losses in the calves purchased. A second was dedicated to adequate housing and nutrition. The third pillar focused on antimicrobial therapy (prudent use).

First pillar: calf selection parameters

The aim is to only purchase animals with minimal disease risk. In a Canadian study for example, as much as 50% and 25% of calves arrived dehydrated and with an abnormal umbilicus or diarrhea[12]. Healthy animals would be less likely to harbor any pathogen upon arrival, or allow massive pathogen replication upon infection. It is a well-known secret in the veal industry that clusters of mortality can occur within calves originating from the same herd[13]. This fact is already used as economic leverage to reduce calf purchase prices. A second easily accessible param-

eter is a clinical examination upon arrival. A slightly enlarged umbilicus and severe dehydration were linked with increased mortality risk[12]. Interestingly, antimicrobial use was lower in Swiss veal farms having an arrival examination of all calves done by the veterinarian[14]. To what extend the disease history (previous treatments) of the calf can be linked with performance on the veal farm is currently unknown, but interesting to explore. Another promising technique is thoracic ultrasonography to select calves for purchase and targeted treatment upon arrival. Scanning upon arrival has found access to practice, but scientific evidence on its economic benefit is currently lacking. Selecting animals based on age remains controversial. Older calves have less risk for diarrhea, but conflicting study results exist[4,15]. Thin calves are prone to disease, and calves weighing less than 51 kg have 2.7 times higher odds for hampered respiration, worsening with reducing weight[16].

Next to origin, general characteristics and clinical examination also additional blood parameters can be determined. Adequate colostrum uptake is essential to minimize disease risk and assure growth in the first months of life. There are indications that dairy and beef farmers provide less well colostrum to calves destined to the veal industry[17]. In calves younger than one week cheap screening tests based on serum total protein (cut off= 51 g/L) can be used upon arrival, despite a high prevalence of dehydration (12%) in these animals[18]. In Europe, calves need to be two weeks old before they can be transported. At that age serum total protein can no longer be used, but gamma-globulin levels (cut off= 7.5 g/L) as determined by electrophoresis or radial immune diffusion still can[19]. Despite that the knowledge and possibilities to practically test the animals are available, systematic or targeted testing for failure of passive transfer is still not done in any major veal company in Belgium or the Netherlands. Recent studies showed that calves that had antibodies against bovine respiratory syncytial virus, parainfluenzavirus type III and bovine coronavirus had reduced odds for respiratory disease in the first weeks after arrival[19]. This observation is a plea for vaccination of dams or calves on the herds of origin. An additional blood parameter of interest to test in Holstein calves upon arrival, might be cholesterol given the increased incidence of lethal cholesterol deficiency in this breed[12].

In Belgium, and likely worldwide, the dominant respiratory pathogens in veal calf rearing were *Mycoplasma bovis* (100% of the herds) and bovine viral diarrhea virus (BVDv) (93.3%)[11,20]. Animals persistently infected (PI) with BVDv had an increased risk of mortality (66.6% vs. 4.1% in non-PIs) and chronic pneumonia and pleuritis [5,20]. Testing neonatal calves for BVDv status (antigen) would likely be beneficial to reduce morbidity and mortality. Similarly, calves already having *M. bovis* antibodies upon arrival (subacute infection or uptake of colostrum from a recently infected dam) had increased risk for respiratory disease[20]. *M. bovis* is a highly contagious disease, rapidly spreading upon arrival and its peak spread coincides with the peak of respiratory disease (2-3 weeks after arrival) in veal farms[5]. Assessing calf quality upon purchase based on scientifically underbuilt parameters rather than gut-feeling enables the possibility of risk classification and targeted treatment of animals upon arrival and provides economic leverage to reduce/increase price of a poor/good quality calf. A financial compensation for better calves will stimulate the herds of origin to assure a good body weight, colostrum uptake and vaccination, improving calf welfare.

Second pillar: nutrition and housing

It is outside the scope of this lecture to go into great details on the role of nutrition and housing in immunity and disease. This paragraph is limited to informing the reader on what communications were made towards the veal industry, within the framework of the demonstration project to reduce antimicrobial use. Adequate nutrition has major effects on the functioning of the immune system and hence the animals ability to cope with the high infection pressure in veal facilities. Assuring adequate body condition creates better protection against cold stress (insulation) and more reserves to mount a prolonged acute phase response. Because of the closed nature of diet composition in the veal industry, communication on this topic was limited to assuring protein/caloric needs and sufficient levels of iron. To what considers housing, the main point of attention was adequate ventilation, protecting calves from cold stress and air pollutants. Stable ventilation audits with demonstration of ventilation patterns (smoke) were used to sensibilize the target group. Similarly, protocols for adequate cleaning and disinfection (including the milk pipes) were provided to the audience.

Third pillar: prudent and responsible antimicrobial use

It is evident that the most rapid reduction in antimicrobial use could be obtained by reflecting on one's current practices. In figure 1 an overview of possible short term measures presented to the target group is provided, ranked according to feasibility. As in the Belgian veal industry, in the benchmark years 2009-2010 two antibiotics were used in 33% of the group treatments, 24% for undocumented indications (dysbiosis and nutritional diarrhea) and 13.0% as arrival prophylaxis: a massive opportunity to reduce[2].

Compliance and achieved results

Antimicrobial use data (2014-2016) from the largest veal practice in Belgium (295 production cycles from 78 farms) showed a 46% reduction in total antimicrobial use compared to 2010 (26.4 DDD_{vet}/animal/year), and a 96% reduction in the use of critically important fluoroquinolones and 3rd and 4th generation cephalosporins[21]. Use in the dairy veal industry is now almost similar in Belgium and the Netherlands. It is important to notice that this reduction was achieved before the Belgian law became active (voluntary change), in contrast to the Netherlands. Despite an overall reduction, major differences in antimicrobial use between veal companies still existed in Belgium, pointing towards the importance to sensibilize the company owners. No associations between a lower antimicrobial use and an increased mortality could be evidenced (Figure 2). In contrast, a positive association between antimicrobial use and mortality appears to be present in veal companies using less antimicrobials, whereas no relationship at all was observed in high use companies (Bokma *et al.*, under revision). Mortality averaged 2.7% ± 1.3 (range: 0-7.0%) in these farms, the lowest number reported for any calf industry[21].

Taking a closer look to what measures were taken (predominantly by the veal veterinarians) most of them lie within the third pillar: antimicrobial use. All suggested parameters in this pillar (Figure 1) were systematically included, with exception of total withdrawal of arrival prophylaxis in every farm. In the second pillar, the veal companies stimulated disinfection between production cycles by offering the products to the farmers. Adaptations of stable climate were made in selected stables. In contrast, in the first pillar, bargaining over calf prices remained limited to herd of origin mortality and presence of clinical signs upon purchase. Before 2015, testing calves for BVDv upon arrival would signify the use of PCR which was judged economically impossible by the industry and therefore not conducted. However, in January 2015, Belgium started an official BVDv eradication campaign, in which all newborn calves were earnotched and

positives could no longer be sold. This might in part explain the observed reduction in mortality in the veal industry, as about 0.6% of admitted calves was PI and these animals had low survival chances[20]. Despite not yet being implemented systematically, interest on screening blood parameters, especially those related to colostrum uptake, has massively increased and some veal companies/veterinary practices plan to offer the service. Notice that vaccination was no part of the selected strategy. The reason was that at the time of the project insufficient evidence on the effect of vaccinating young animals after a stressor (transport and commingling) and at the time of pathogen exposure was available. However, indirect evidence towards dam vaccination or vaccination on farm is currently available[19]. This vaccination strategy and many other calf selection parameters can only be achieved if dairy/beef producers and the veal industry connect better in the future. In the authors opinion a sustainable solution to truly prevent disease and reduce antimicrobial use is creating a mutual benefit situation, with higher prices for calves with minimal disease risk (vaccinated, adequate colostrum uptake and body weight,...). An important side-effect of the pressure to reduce antimicrobial use, was that several veterinary practices invested in software to automatize drug registration. As a consequence, the digital framework for effective disease registration at the individual level is currently available and offers the opportunity to monitor welfare as well.

Conclusions

The pressure to reduce antimicrobial use resulted in a rapid and massive decrease in Dutch (legislation) and Belgian (voluntary) veal calves, apparently without a worrisome increase in mortality. However, this reduction was mainly achieved by adapting current antimicrobial use practices, not by better disease prevention. It is unlikely that this reduced level of antimicrobial use will be accepted as an end-stage by the public opinion. Therefore, the real challenge for the industry has only begun, with investments in better calf quality at purchase (prevention) and individualized antimicrobial therapy as key elements for the future. The author recommends to all persons involved to kickstart the simultaneous benchmarking and evaluation of antimicrobial use and mortality as a very rough welfare indicator, to minimally assure that no animals are deliberately left untreated. The digital advancements made in this industry to automatize registration of antimicrobial use can easily be further extended for health and welfare parameters, preparing the veal and any other industry commingling young calves (dairy beef, dairy heifer rearing...) to get the new 'license to produce' from the consumer, in full transparency.

References

1. MARAN-2009. Monitoring of Antimicrobial Resistance and Antibiotic Usage in Animals in the Netherlands. In: Mevius DJ, Koene M.G.J., Wit B., van Pelt, W., Bondt N., ed. 2011.
2. Pardon B *et al.* Prospective study on quantitative and qualitative antimicrobial and anti-inflammatory drug use in white veal calves. J Antimicrob Chemother 2012; 67: 1027-38.
3. Pardon B *et al.* Characteristics and challenges of the modern Belgian veal industry. Vlaams Diergen Tijds 2014;83:155-163.
4. Pardon B *et al.* Impact of respiratory disease, diarrhea, otitis and arthritis on mortality and carcass traits in white veal calves. BMC Vet Res 2013;9:79.
5. Pardon B *et al.* Longitudinal study on morbidity and mortality in white veal calves in Belgium. BMC Vet Res 2012;8:26.
6. EMA/EFSA. EMA and EFSA Joint Scientific Opinion on measures to reduce the need to use antimicrobial agents in animal husbandry in the European Union, and the resulting impacts on food safety (RONAFA). 2017.
7. Leruste H *et al.* Prevalence and potential influencing factors of non-nutritive oral behaviors of veal calves on commercial farms. J Dairy Sci 2014;97:7021-7030.
8. Lava M *et al.* Effect of calf purchase and other herd-level risk factors on mortality, unwanted early slaughter, and use of antimicrobial group treatments in Swiss veal calf operations. Prev Vet Med 2016;126:81-88.
9. Mellor DJ. Moving beyond the "Five Freedoms" by Updating the "Five Provisions" and Introducing Aligned "Animal Welfare Aims". Animals 2016;6.
10. Anonymous. Welfare Quality assesment EU. http://www1.clermont.inra.fr/wq/pdf/WQ_Veal%20calves%20on%20farm_collection%20of%20data.pdf
11. Pardon B *et al.* Prevalence of respiratory pathogens in diseased, non-vaccinated, routinely medicated veal calves. Vet Rec 2011;169:278.
12. Renaud DL *et al.* Clinical and metabolic indicators associated with early mortality at a milk-fed veal facility: A prospective case-control study. J Dairy Sci 2018;101:2669-2678.
13. Renaud DL *et al.* Calf management risk factors on dairy farms associated with male calf mortality on veal farms. J Dairy Sci 2018;101:1785-1794.
14. Lava M *et al.* Antimicrobial drug use and risk factors associated with treatment incidence and mortality in Swiss veal calves reared under improved welfare conditions. Prev Vet Med 2016;126:121-130.
15. Rerat M. Entry age of veal calves in a fattening unit and health status. Agrarforsch Schweiz+ 2010;1:92-95.
16. Brscic M *et al.* Prevalence of respiratory disorders in veal calves and potential risk factors. J Dairy Sci 2012;95:2753-2764.
17. Renaud DL *et al.* Management practices for male calves on Canadian dairy farms. J Dairy Sci 2017;100:6862-6871.
18. Renaud DL *et al.* Validation of methods for practically evaluating failed passive transfer of immunity in calves arriving at a veal facility. J Dairy Sci 2018;101:9516-9520.
19. Pardon B *et al.* Prediction of respiratory disease and diarrhea in veal calves based on immunoglobulin levels and the serostatus for respiratory pathogens measured at arrival. Prev Vet Med 2015;120:169-176.
20. Pardon B. Morbidity, mortality and drug use in white veal calves with emphasis on respiratory disease. In: Large Animal Internal Medicine. Merelbeke: Ghent University; 2012:316.
21. Bokma J, Boone R, Deprez P, *et al.* Risk factors for antimicrobial use in veal calves and the association with mortality. J Dairy Sci 2019;102:607-618.

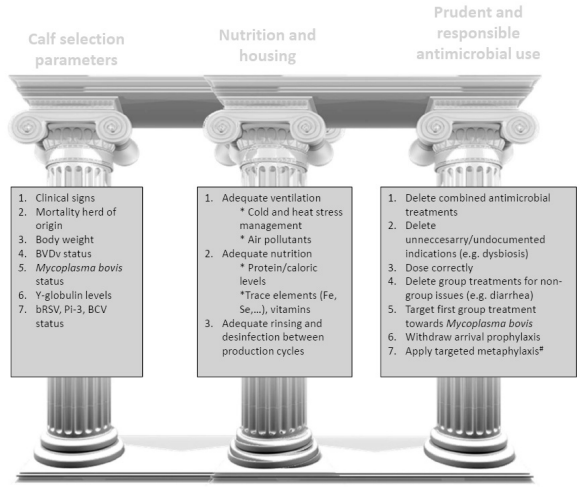


Figure 1. Three pillar approach used to point out ways to rationally reduce antimicrobial use in the veal industry, as used in a sensibilization campaign commissioned by the Flemish government (2014).

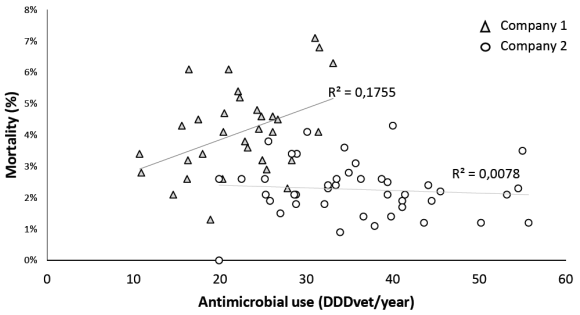


Figure 2. Relationship of antimicrobial use (DDD_{vet}/year) and mortality (%) in two veal companies, based on 76 dairy white veal production cycles (2014-2016, Belgium) (Bokma *et al.*, unpublished)

¿POR QUÉ AHORA LAS EMPRESAS SON TAN PROACTIVAS VALORANDO BIENESTAR ANIMAL?

Ines Ajuda

En este mundo en constante cambio, el bienestar de los animales ocupa un lugar destacado en la agenda de las empresas. Pero ¿cuáles son los motores de este movimiento? ¿Quién o qué está haciendo del bienestar animal una parte cada vez mayor de las estrategias de las empresas alimentarias?

El bienestar de los animales de granja está aumentando rápidamente en la agenda corporativa. Se ha pasado de considerar que el bienestar podía ser en el mejor de los casos "bueno tenerlo" y en el peor "irrelevante", a que hoy en día las empresas de todos los sectores - minoristas, fabricantes y empresas de servicios alimentarios - estén prestando atención a este tema, considerándolo tanto una necesidad estratégica como un imperativo ético, a la vez que están comenzando a integrarlo en la agenda de la sostenibilidad en general.

En la Agricultura Mundial se entiende por Compasión ('Compassion') que el bienestar animal consiste en asegurar que cada animal tenga lo que quiere y necesita. Para asegurar que un animal tenga un alto nivel de bienestar, es importante considerar tres aspectos separados pero superpuestos: el bienestar físico, el bienestar mental y la capacidad de expresar un comportamiento natural, todos pueden medirse tanto cuantitativa como cualitativamente, y todos ellos son alcanzables a escala comercial. El equipo de Compassion Food Business trabaja con las empresas para incorporar prácticas de mayor bienestar animal en el centro de la agenda corporativa, reconociendo y recompensando las buenas prácticas.

No hay un sólo 'análisis de negocio' por el que las compañías aborden el bienestar de los animales de granja; más bien hay innumerables impulsores diferentes. Para muchos, particularmente aquellos negocios que se encuentran en las primeras etapas de abordar el tema, los riesgos potenciales que plantea la exposición de las malas prácticas en los medios de comunicación son primordiales. Para otros, la adopción de una perspectiva a largo plazo pone de manifiesto que unos sistemas de bienestar superiores son una inversión más segura para el futuro que los sistemas agrícolas con un bajo nivel de bienestar animal que la legislación puede dejar obsoletos en unos pocos años.

Tal vez menos obviamente, los inversores son otro factor clave. Los inversores están considerando los riesgos y oportunidades que plantea el bienestar de los animales de granja y, a su vez, piden a las empresas en las que invierten que garanticen una gestión sólida de este asunto. El *Business Benchmark on Farm Animal Welfare* (*Punto de Referencia Empresarial sobre Bienestar de los Animales de Granja)* es una herramienta clave para los inversores, ya que clasifica públicamente a 150 de las empresas alimentarias más grandes del mundo en cuanto a su gestión, compromiso de políticas y divulgación del bienestar de los animales de granja.

Los minoristas son actores clave en el movimiento de las cadenas de suministro nacionales e internacionales en una determinada dirección. Herramientas como la Encuesta de Supermercados están ejerciendo presión sobre este grupo, al comparar cada supermercado con su competencia. Se trata de una herramienta anónima, pero profundiza en muchos de los detalles de la cadena de suministro y ofrece un marco para que los minoristas trabajen en el bienestar de los animales.

El enfoque de colaboración no es la única forma en que las ONG interactúan con las empresas alimentarias. En Europa y los Estados Unidos, las ONG están madurando y están encontrando nuevas formas de presionar a las empresas para que avancen en materia de bienestar animal. Las coaliciones, el fortalecimiento de los equipos técnicos y el compromiso directo con las empresas alimentarias son algunos de los enfoques adoptados.

No es sólo la presión externa la que está haciendo que el bienestar de los animales ocupe un lugar prioritario en la agenda de las empresas. La industria está tomando la iniciativa en este asunto y la prueba de ello es la reciente fundación de la Coalición Mundial para el Bienestar Animal (GCAW). Esta es la primera colaboración mundial liderada por la industria dirigida a promover el bienestar animal a nivel mundial, fundada por siete grandes gigantes del mundo de los negocios de alimentos: Aramark, Compass Group, Elior Group, IKEA Food Services, Nestlé, Sodexo y Unilever. Dos de las principales áreas de interés de este grupo: la resistencia a los antimicrobianos y las normas mundiales para el transporte y sacrificio, sin duda tendrán un impacto en las cadenas de suministro de productos lácteos.

Los consumidores son, por supuesto, otra gran parte del panorama y un factor importante. Si bien se expresó preocupación (más de nueve de cada diez ciudadanos de la UE creen que es importante proteger el bienestar de los animales de granja (94%) y el 82% de los europeos creen que el bienestar de los animales de granja debería protegerse mejor de lo que se hace en la actualidad), esto no siempre se traduce en patrones de compra, las preocupaciones comienzan a filtrarse en la caja registradora (en general, los europeos no creen que actualmente exista una oferta suficiente de productos alimenticios respetuosos con el bienestar de los animales en las tiendas y los supermercados (47%). Esto representa un aumento del 9%

puntos de la encuesta de Eurobarómetro especial 2006). Tomando el Reino Unido como ejemplo, los huevos de gallinas con mayor bienestar están liderando el camino con un volumen de huevos de corral comprados por los consumidores que ha pasado del 12% en 1994 al 49% en 2017, con un pico máximo del 51% en 2012.

ENGLISH VERSION ▾

¿POR QUÉ AHORA LAS EMPRESAS SON TAN PROACTIVAS VALORANDO BIENESTAR ANIMAL?

Ines Ajuda

In this ever changing world animal welfare is going up on the corporate agenda. But what are the drivers of this movement? Who or what is making animal welfare a growing part of the food businesses' strategies?

Farm animal welfare is rising rapidly up the corporate agenda. Where welfare may once have been a 'nice to have' at best, and irrelevant at worst, today companies from all sectors – retailers, manufacturers, and food service companies – are paying attention to this issue, viewing it both as a strategic necessity and an ethical imperative, as well as starting to integrate it in the wider sustainability agenda.

For Compassion in World Farming ('Compassion'), animal welfare is about ensuring that individual animals have what they want and need. To ensure an animal has a high level of welfare, it is important to consider three separate but overlapping aspects: physical wellbeing, mental wellbeing, and the ability to express natural behaviour – all of which can be measured both quantitatively and qualitatively, and all of which are achievable at a commercial scale. Compassion's Food Business team works with companies to embed higher animal welfare practices at the heart of the corporate agenda, recognising and rewarding good practice.

There's no one 'business case' for companies to address farm animal welfare; rather there are myriad different drivers. For many, particularly those businesses at the early stages of engaging with the issue, the potential risks posed by exposure of poor practice in the media are paramount. For others, taking a long-term view makes clear that higher welfare systems are a more future-proof investment than low animal welfare farming systems that legislation may well render obsolete within a few years.

Less obviously perhaps, investors are another key driver. Investors are considering the risks and opportunity posed by farm animal welfare, and in turn they are asking the companies in which they invest to ensure robust management of this issue. The *Business Benchmark on Farm Animal Welfare* is a key tool for investors, publicly ranking 150 of the world's largest food companies on their management, policy commitment and disclosure of farm animal welfare.

Retailers are key players on moving national and international supply chains in a certain direction. Tools such as the Supermarket Survey are putting peer pressure on this group, by benchmarking each supermarket against their peers. This is an anonymous tool, but drills in a lot of the detail down the supply chain and offers a frame work for retailers to work on animal welfare.

The collaborative approach is not the only way NGOs are interacting with food companies. In Europe and the USA, NGOs are maturing and finding new ways to pressure companies to move further on animal welfare. Coalitions, strengthen of the technical teams and direct engagement with food businesses are some of the approaches adopted.

It is not just external pressure that is moving animal welfare up the corporates' agenda. Industry is taking a lead on this matter and the proof is on the recent foundation of the Global Coalition of Animal Welfare (GCAW). This is the world's first industry-led collaboration aimed at advancing animal welfare globally, founded by seven big giants of the food business arena: Aramark, Compass Group, Elior Group, IKEA Food Services, Nestlé, Sodexo and Unilever. Two of the main areas of focus of this group: antimicrobial resistance and global standards for transportation and slaughter, will certainly impact the dairy supply chains.

Consumers are of course another big part of the picture, and an important driver. Whilst stated concern (More than nine in ten EU citizens believe it is important to protect the welfare of farmed animals (94%) and 82% of the Europeans believe the welfare of farmed animals should be better protected than it is now) this does not always translate into purchasing patterns, concerns are beginning to filter through at the till (Overall, Europeans currently do not think there is sufficient choice of animal welfare-friendly food products in shops and supermarkets (47%). This represents an increase of 9 percentage

points from the 2006 Special Eurobarometer survey[1]). Taking the UK as an example, higher welfare eggs are leading the way with the volume of cage-free eggs purchased by consumers growing from 12% in 1994 to 49% in 2017, with a peak in 2012 of 51% .

Animal welfare is here to stay. A growing number of vets and farmers are going to be faced with audits/questions and other initiatives from the companies they supply to. It is important to be prepared and face this movement as an opportunity to improve animal welfare on farm and to show case any progress on that area.

AUMENTO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE MEJORANDO EL BIENESTAR DE LA VACA

Frank J.C.M. van Eerdenburg[a], Jorge Saltijeral-Oaxaca[b], Sonia Vázquez-Flores[c]

a Dept Farm Animal Health, Fac. Veterinary Medicine, Utrecht University, Yalelaan 7, 3584 CL Utrecht, The Netherlands.
b Depto. de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, México D.F., México.
c Depto. de Agronomía, Industrias Alimentarias y Biotecnología, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, campus Querétaro, México.

Introducción

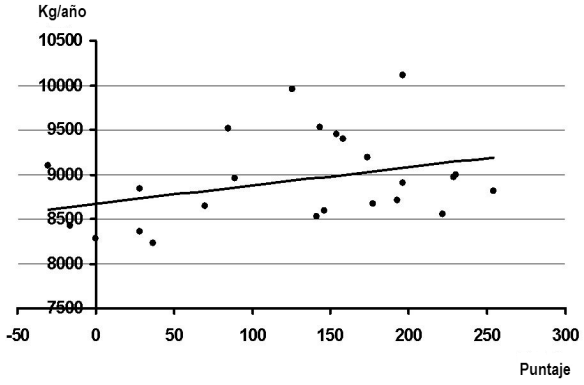
El bienestar de la vaca recibe atención importante en las producciones modernas. Muchos productores tratan de proveer un ambiente confortable para incrementar la producción. Siguen la premisa de vacas felices hacen productores felices. Sin embargo, los estudios relacionados con el área todavía son limitados. Hasta el momento, no se conoce de ningún estudio que relaciona el bienestar de la vaca con su producción láctea. Se maneja el promedio de 305 días en leche de manera amplia para expresar la producción en el establo. El bienestar de la vaca, no se determina de manera tan simple, si uno quiere una medición completa (Fraser, 2003). Se han buscado diferentes sistemas para diseñar un sistema de puntaje en bienestar. Uno puede observar de manera individual a las vacas, o verlas como hato, durante un momento o por un periodo determinado de tiempo, uno puede incluir al medio ambiente también. Es también de interés la condición de salud de las vacas. El estado de salud puede ser influenciado por el nivel de bienestar en la vaca, siendo de mayor importancia en relación con el bienestar general del animal. Aún más, el tiempo necesario para hacer una evaluación debe ser breve. En este artículo, el sistema de puntaje descrito provee una evaluación total del bienestar de la vaca en relación con la producción láctea.

Materiales y Métodos

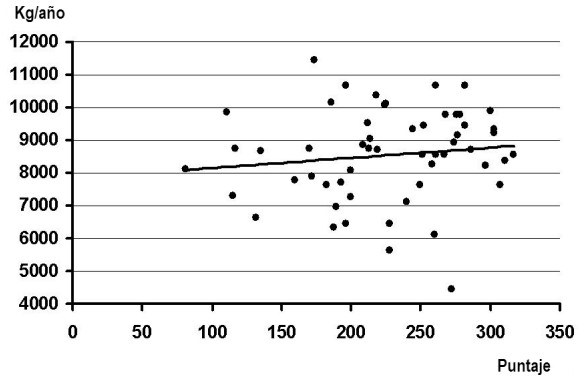
Se visitaron granjas de dos países: Holanda (27) y México (55). Los productores fueron visitados por investigadores entrenados. Cada visita se realizó con dos personas, para evitar sesgos en la evaluación. Se desarrolló un sistema de puntaje (ver apéndice) que incluye parámetros que relaciona la vaca con el ambiente. Se incluyeron parámetros de salud también. El puntaje se basó en reportes disponibles y experiencia de los autores y se evaluó intensivamente en la práctica por un periodo de dos años. Puesto que este sistema no se ha descrito anteriormente, se desarrolló desde el inicio. El sistema está constituido por varios capítulos. En el análisis, el nivel de producción láctea se correlaciona con el número total de puntaje de cada capítulo (correlación de Pearson en SPSS). Debido a que las condiciones climáticas en México y Holanda son diferentes, los datos de cada país se trataron por separado.

Resultados

Los resultados del estudio se presentan en las gráficas 1 a 4. Los establos mexicanos presentaron puntajes más elevados que las granjas holandesas, 227 ± 57 vs 127 ± 87 (promedio ± DS) respectivamente. Se encontró una variación substancial en las desviaciones estándar. De tal manera, que no todas las correlaciones son estadísticamente significativas a p = 0.05. No obstante, se observa una tendencia en los establos holandesas entre producción láctea y puntaje total (gráfica 1). Los establos mexicanos presentaron resultados similares, con una variación mayor (gráfica 2).

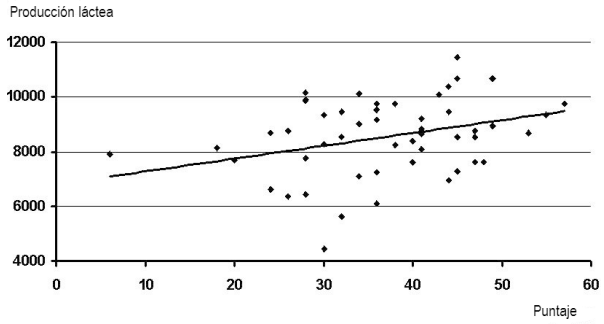


Gráfica 1: Resultados de 27 establos holandeses. La producción láctea (305 días promedio en leche) se correlacionó con el puntaje de bienestar (r = 0.35; p = 0.08).

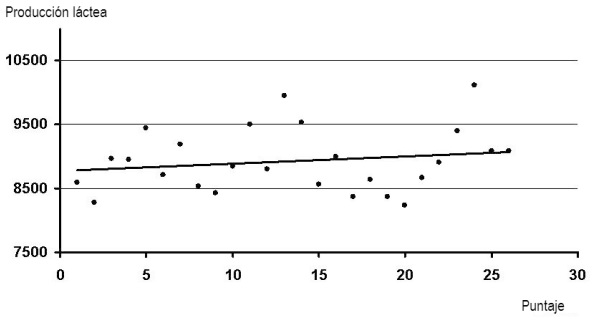


Gráfica 2: Resultados de 55 granjas en México. La producción láctea (305 días promedio en leche) se relacionó con el puntaje de bienestar (r = 0.13; p = 0.35).

En relación con los capítulos del sistema de puntaje, varios tuvieron correlación significativa con la producción láctea. Los ejemplos se presentan en las gráficas 3 y 4.



Gráfica 3: Correlación entre bienestar de las vacas con echaderos individuales y la producción láctea en establos mexicanos (r = 0.33; p = 0.014).



Gráfica 4: Correlación entre el confort del piso y la producción láctea en establos holandeses

(r = 0.39; p = 0.05).

De manera notable, el estado de salud en el hato, no tuvo correlación con la producción de los establos mexicanos, y una baja correlación en los establos holandeses (r = 0.03; p = 0.82 and r = 0.21; p = 0.30, respectivamente).

Discusión

Dado que no hay ningún antecedente en cuanto a un sistema de puntaje para bienestar de la vaca, este se desarrolló desde el inicio. Esto implica que no tiene punto de comparación. No obstante, después de utilizar y ajustar el sistema en una clínica ambulatoria de la Facultad de Veterinaria de Utrecht por más de dos años, se decidió iniciar este estudio. Es un sistema con limitaciones, aunque en su versión actual estas son mínimas. Es importante hacer notar, que la versión que se está utilizando, está diseñada para instalaciones con echaderos individuales, que es la forma de producción más común en todo el mundo. En el futuro se pudiera extender a otros tipos de alojamiento. Es posible excluir ciertos partes del sistema de puntaje. Uno puede calcular el porcentaje máximo de puntaje para comparar hatos en diferentes tipos de instalaciones.

El hecho de que los hatos mexicanos hayan tenido un mayor puntaje que los holandeses (227 ± 57 vs 127 ± 87 respectivamente) (porcentaje ± DS), se puede ser explicado porque los hatos seleccionados en el estudio, eran los que mantenían registros de sanidad y producción. Solamente las "mejores" producciones lo hacen, mientras que los hatos holandeses fueron seleccionados aleatoriamente. Esto se puede confirmar porque participan en el estudio una mayor desviación estándar en los hatos holandeses. Aún más, los hatos mexicanos tenían una mejor ventilación que los hatos holandeses.

No hubo correlación entre los parámetros de salud con la producción láctea, en ninguno de los hatos de ambos países. Esto fue un hallazgo sorprendente, puesto que se esperaba que tuviera un impacto sustancial (Jones *et al.*, 1984; Erb *et al.*, 1985; Firat, 1993; Heuer *et al.*, 1999). Hasta el momento, no hay ninguna explicación para este resultado. Es probable que la mayoría de los problemas de salud tengan una corta duración. Adicionalmente, los registros de salud, provenían de los registros de los hatos. No todos los registros de salud son incorporados a los registros.

Las vacas están altamente motivadas por mantenerse echadas entre 12 y 14 hrs. al día (Jensen *et al.*, 2005). El tiempo de echado, entonces es un buen indicador del bienestar animal o confort de la vaca (Fregonesi and Leaver, 2001), pero lleva una gran cantidad de tiempo el medir esta variable. De tal manera, que en el sistema presente, se ha escogido evaluar las condiciones que se requieren para el echado y que promueven que se mantenga echada la vaca. Esto es mucho más práctico. La sobrepoblación en los corrales es un factor que se sabe reduce el tiempo de echado (Fregonesi *et al.*, 2007). Una cama confortable incrementa el tiempo de echado time (Hodgson, 1986; Herlin, 1997; Rushen *et al.*, 2001; Manninen *et al.*, 2002; Palmer and Wagner-Storch, 2003; Tucker *et al.*, 2003), así como el tamaño de los echaderos y el tipo de division tiene importancia importance (Irish and Merrill, 1986; Tillie, 1986; Weary and Taszkun, 2000; Tucker and Weary, 2001; McFarland, 2002; Gaworski *et al.*, 2003; House *et al.*, 2003; Lundeen, 2003; McFarland, 2003; Tucker *et al.*, 2004; Tucker *et al.*, 2005). Un indicativo del tiempo de echado, es el número de vacas paradas en los pasillos. Esto sin embargo, depende de la hora del día además de otros factores. Durante el periodo de echado, la ubre presenta una circulación sanguínea del 25 – 50% mayor, lo que resulta en una mayor producción de leche (Metcalf *et al.*, 1992). En el presente estudio, se observó una correlación positiva entre los parámetros del echadero y la producción láctea (gráfica 3).

El sistema de puntaje fue utilizado por muchas personas en muchos hatos lecheros. Después de un periodo corto de entrenamiento, todos los observadores pudieron hacer su evaluación en menos de una hora, si los productores tenían los datos de salud registrados. De manera que el sistema se puede implementar en la consultoría cotidiana de los asesores en salud. Siendo un sistema numérico, uno puede comparar el nivel de confort entre hatos alrededor del mundo.

El hecho que los puntajes negativos tengan un mayor peso que los positivos, hacen de este sistema algo único. Otros sistemas de evaluación del bienestar animal, como el "Animal Needs Index" (Ofner *et al.*, 2003), le dan un peso mayor a ciertos parámetros que a otros, sin depender nunca del puntaje del parámetro. Sin embargo, si algún aspecto del bienestar, por ejemplo, alimento, es evaluado negativamente, esto implica que hay necesidad de ese aspecto en particular. Si un animal está hambriento, el alimento será lo que lo va a mantener ocupado es su vida por el momento. La búsqueda del alimento domina otras necesidades, como buena cama o contacto social. Con un estómago lleno, una buena cama y el contacto social entonces se vuelven relativamente más importantes. Si una vaca presenta mastitis, se va a sentir mal; el tener acceso a pastura es relativamente menos importante. Lo único que ella necesita es deshacerse de la enfermedad. Es por eso, que en el sistema de puntaje que se presenta, se requiere un mínimo de puntaje en cada párrafo. Si se alcanza el puntaje mínimo, el número de puntos extras se substrae del total. De tal manera que aumenta el peso de este parámetro en el puntaje total.

Referencias:

- Erb, H.N., Smith, R.D., Oltenacu, P.A., Guard, C.L., Hillman, R.B., Powers, P.A., Smith, M.C., White, M.E., 1985. Path model of reproductive disorders and performance, milk

fever, mastitis, milk yield, and culling in Holstein cows. J. Dairy Sci 68, 3337-3349.

- Firat, M.Z., 1993. An investigation into the effects of clinical mastitis on milk yield in dairy cows. Livestock Production Science 36, 311-321.
- Fregonesi, J.A., Leaver, J.D., 2001. Behaviour, performance and health indicators of welfare for dairy cows housed in strawyard or cubicle systems. Livestock Prod Sci 68, 205-216.
- Fregonesi, J.A., Tucker, C.B., Weary, D.M., 2007. Overstocking reduces lying time in dairy cows. J Dairy Sci 90, 3349-3354.
- Gaworski, M.A., Tucker, C.B., Weary, D.M., Swift, M.L., 2003. Effects of stall design on dairy cattle behaviour. In: Janni, K. (Ed.), Fifth International Dairy Housing Conference. ASAE, Forth Worth, Texas, USA, pp. 139-146.
- Herlin, A., 1997. Comparison of lying area surfaces for dairy cows by preference, hygiene and lying down behaviour. Swedish Journal of Agricultural Research 27, 189-196.
- Heuer, C., Schukken, Y.H., Dobbelaar, P., 1999. Postpartum body condition score and results from the first test day as predictors of disease, fertility, yield, and culling in commercial dairy herds. J Dairy Sci 82, 295-304.
- Hodgson, A.S., 1986. Surface materials for free stalls., Dairy freestall housing symposium. NRAES, Harrisburg, PA, pp. 39-44.
- House, H.K., Rodenburg, J., Lang, B.R., 2003. The effect of neck rail and mounting rail position on cow behavior. In: Janni, K. (Ed.), Fifth International Dairy Housing Conference. ASAE, Fort Worth, Texas, USA, pp. 147-154.
- Irish, W.W., Merrill, W.G., 1986. Design parameters for freestalls. In: Graves, R.E. (Ed.), Dairy Freestall Housing Symposium. NRAES, Harrisburg, Pennsylvania, USA, pp. 45-52.
- Jensen, M.B., Pedersen, L.J., Munksgaard, L., 2005. The effect of reward duration on demand functions for rest in dairy heifers and lying requirements as measured by demand functions. Appl Anim Beh Sci 90, 207-217.
- Jones, G.M., Pearson, R.E., Clabaugh, G.A., Heald, C.W., 1984. Relationships between somatic cell counts and milk production. J Dairy Sci 67, 1823-1831.
- Lundeen, T., 2003. Measures of cow comfort may improve with facility design. Feedstuffs, 8.
- Manninen, E., Passille, A.M., Rushen, J., Norring, M., Saloniemi, H., 2002. Preferences of dairy cows kept in unheated buildings for different kind of cubicle flooring. Applied Animal Behaviour Science 75, 281-292.
- McFarland, D.F., 2002. Comfortable free stalls: What's the secret? Hoards Dairyman August 10, 516.
- McFarland, D.F., 2003. Freestall design: cow recommended refinements. In: K., J. (Ed.), Fifth International Dairy Housing Conference. ASAE, Forth Worth, Texas, USA, pp. 131-138.
- Metcalf, J.A., Roberts, S.J., Sutton, J.D., 1992. Variations in blood flow to and from the bovine mammary gland measured using transit time ultrasound and dye dilution. Research in Veterinary Science 53, 59-63.
- Ofner, E., Amon, T., Lins, M., Amon, B., 2003. Correlations between the results of animal welfare assessments by the TGI 35 L Austrian animal needs index and health and behavioural parameters of cattle. Animal Welfare 12, 571-578.
- Palmer, R.W., Wagner-Storch, A.M., 2003. Cow preference for different freestall bases in pens with different stocking rates. In: Janni, K. (Ed.), Fifth International Dairy Housing Conference. ASAE, Fort Worth, Texas, USA.
- Rushen, J., De Passille, A.M.B., Haley, D.B., Manninen, E., Saloniemi, H., 2001. Using behavioural indicators and injury scores to assess the effect of stall flooring on cow comfort. In: Stowell, R.R., Bucklin, R., Bottcher, M. (Eds.), 6th International Symposium of Livestock Environment. ASAE, Louisville Kentucky USA, pp. 716-723.
- Tillie, M., 1986. Design of free stall partitions and the welfare of animals., Dairy Freestall Housing Symposium. NRAES, pp. 67-79.
- Tucker, C., Weary, D., 2001. Cow comfort and free-stall design. In: operators, O.I.h. (Ed.), Ontario Dairy Symposium, Toronto, pp. 76-83.
- Tucker, C.B., Weary, D.M., Fraser, D., 2003. Effects of three types of free-stall surfaces on preferences and stall usage by dairy cows. J Dairy Sci 86, 521-529.
- Tucker, C.B., Weary, D.M., Fraser, D., 2004. Free-stall dimensions: effects on preference and stall usage. Journal of Dairy Science 87, 1208-1216.
- Tucker, C.B., Weary, D.M., Fraser, D., 2005. Influence of neck-rail placement on free-stall preference, use, and cleanliness. J Dairy Sci 88, 2730-2737.
- Weary, D.M., Taszkun, I., 2000. Hock lesions and free-stall design. Journal of Dairy Science 83, 697-702.

Apéndice

Puntaje para medir el bienestar de la vaca en producciones lecheras

Esta tabla resume varios puntos (capítulos) de interés en el bienestar de la vaca en producciones lecheras, con el número de puntos que puede adquirir. Las indicaciones de cómo calificar están en la parte final del documento. El intervalo es por ejemplo 0 – 15 puntos, todos los puntos intermedios se pueden dar también. Los puntos se sumarán al final de cada capítulo, y se totalizan por producción. Si no se alcanza el puntaje mínimo en el capítulo correspondiente, la diferencia de este puntaje se substraerá del puntaje total. Por ejemplo, si el capítulo general contabiliza 8 puntos, se quitarán 2 puntos del puntaje parcial, puesto que el mínimo aceptado es 10 puntos, se totalizarán por el capítulo general 6 puntos.

	Mínimo	Máximo	Puntos
General	**10**	**20**	
- Comportamiento miedoso		5	
- Se estiran al levantarse de su cubículo		3	
- La cola está relajada y extendida		3	
- Mugido		4	
- Número de vacas paradas en el comedero		0 (-100)	
- Vacas dormidas en el pasillo		5 (- 10)	
- Ruido (ambiental)		0 (-5)	
Luz	**5**	**25**	
- Suficiente		10	
- Periodo de luz > 15 hr		5	

- Periodo de oscuridad > 6 hr		10	
Ventilación	**30**	**50**	
- Huele a fresco (entre los animales)		5	
- Telarañas		10	
- Condensación/ moho		10	
- Temperatura del corral bajo techo		10	
- Espacios muertos		5	
- Ventisca		10	
Cubículos/echaderos	**40**	**70**	
- Vacas limpias		5	
- Cama de material inorgánico		5	
- Cama suave		10 (-10)	
- Cama suave y seca		10	
- La superficie presenta un declive		5	
- Cama plana		5 (-5)	
- Separadores entre echaderos		5	
- Área suficiente		10	
- Largo / ancho del echadero		10	
- Pechera		5	
- Número		0 (-10)	

Piso	**20**	**45**	
- Resbaloso		10	
- Suelto / piso irregular		10	
- Piso antiderrapante		10	
- Caminar		10	
- Limpieza		5	
Comederos	**2**	**5**	
- Entrampaderos		2	
- Altura		1	
- Número de espacios		3	
- Contaminación		(-3)	
Agua	**15**	**25**	
- Número de espacios		10	
- Tipo de bebedero		5	
- Limpieza		5	
- Temperatura		5	
Área de espera y sala de ordeña	**2**	**5**	
Comportamiento		3	
Tiempo		2	
Pasillos y corredores	**3**	**5**	
Ancho de los pasillos detrás del comedero		2 (-2)	
Ancho en otros pasillos		2	
Pasajes suficientes		1	
Miscelánea	**10**	**40**	
Corral de maternidad		3	
Sala de enfermos		2	

Acceso a pastizal/ corral al exterior		20	
Cepillo eléctrico		15	
Animal (salud + alimentación)	**100**	**200**	
- Pelaje		5	
- Claudicación		25 (-25)	
- Corvejón		20 (-60)	
- Carpo		20 (-60)	
- Pezuñas		20	
- Mastitis		15 (-15)	
- Desplazamiento de abomaso		10 (-15)	
- Llenado de rúmen		5 (-10)	
- Fiebre de leche		5 (-10)	
- Acetonemia		5 (-15)	
- Condición corporal		15	
- % de grasa en leche		15	
- Fertilidad		25 (-10)	
- Partos		15	

Explicación:

El puntaje se realizará por lo menos una hora después de la ordeña, cuando las vacas estén en descanso.

General:

Miedo (5 puntos):

Cuando las vacas se mantienen en silencio cuando se entra al corral, no hacen movimientos bruscos, no parecen espantadas, reciben 3 puntos. Para animales espantados: 0 puntos. Cuando los animales se aproximan (curoseando): 5 puntos.

Estiramiento al levantarse del echadero (3 puntos):

Si una vaca está echada confortablemente, al levantarse se estira (3 puntos). Si no lo hace 0 puntos.

Cola colgada recta y relajada (3 puntos):

Las vacas estresadas no presentan la cola relajada. Cuando las vacas están nerviosas la cola se levanta:

Colas relajadas y derechas	Puntaje
>90 % del hato	3 puntos
80-90 %	2 puntos
<80 %	0 puntos

Mugido (4 puntos):

La inquietud puede estar acompañada por mugidos. Un animal en estro tiene este comportamiento típico. Cuando no hay vacas en estro:

Mugido	Periodo de 30 minutos
Menos de dos	4 puntos
Dos	2 puntos
Más de dos	0 puntos

Número de vacas paradas (máximo 100 puntos):

Las vacas deben estar paradas en tiempos cortos. El número de vacas paradas en los pasillos o en los echaderos es indicativo de confort. 1 punto por cada vaca parada.

Vacas dormidas en los pasillos (5 puntos (–10):

Las vacas no deben dormir en los pasillos. Ninguna vaca: 5 puntos; menos del 1 %: 0 puntos; más de 1%: - 10 puntos.

Ruido (-5 puntos)

A las vacas no les gusta el ruido ambiental. Mucho ruido (de tractores, personas gritando): - 5 puntos; algo de ruido: -3 puntos; silencio: 0 puntos.

Luz

Suficiente luz en el corral (bajo techo) (10 puntos):

En cualquier lugar de un corral se debe poder leer el periódico sin dificultad.

La medición debe dar > 100 Lux: 10 puntos; cuando es moderado o no está iluminado parejo: 5 puntos; nivel bajo u oscuro en varios puntos del corral: 0 puntos.

Periodo de luz > 15 horas (5 puntos):

Cuando el fotoperiodo es largo, las vacas se sienten mejor.

> 15 h: 5 puntos; 12-15 h: 3 puntos; < 12 h: 0 puntos.

Periodo de oscuridad > 6 horas (10 puntos):

Las vacas deben tener oscuridad para descansar.

> 6h: 2 puntos; 7h: 5 puntos; 8 h: 10 puntos; < 8 h: 5 puntos

Número de lámparas en el corral (5 puntos):

Debe haber suficiente número de lámparas en las naves, en exceso alteran el fotoperiodo.

Iluminación adecuada: 5 puntos

Exceso: 0 puntos

Ventilación:

Huele fresco (5 puntos):

No debe oler a amoniaco, sulfuro u otros gases.

Si huele mal: 0 puntos;

Fresco: 5 puntos

Telarañas (5 puntos):

Las telarañas generalmente están en sitios de poca ventilación.

Presencia de telarañas: 0 puntos; unas pocas: 5 puntos; rara o ninguna: 10 puntos.

Condensación / moho (10 puntos):

La condensación del agua en el techo o paredes es indicativa de mucha humedad, lo que permite que haya hongos. Condensación o moho: 0 puntos; paredes y techos secos: 10 puntos (se pueden dar puntajes intermedios)

Temperatura del corral bajo techo (10 puntos):

La temperatura del corral bajo techo es importante. Sin embargo, es una característica difícil de medir. La temperatura varía durante el día y estación, y las vacas se adaptan a temperaturas elevadas si no están en un ambiente caliente por un periodo prolongado (o su vida entera). De tal manera que no es posible ofrecer un número fijo o intervalo universal para este puntaje. La temperatura de la instalación, también refleja el resultado y calidad de la ventilación. A continuación se ofrecen algunos lineamientos para el puntaje.

Para zonas moderadas o de climas fríos (ej. Países escandinavos u Holanda):

Durante **el verano**, el edificio debe ser más fresco que en la parte exterior:

La diferencia es

1- 5 ˚C: 5 puntos

> 5 ˚C: 10 puntos

Si la temperatura es de 25 - 30 ˚C, resta 1-5 puntos; > 30 ˚C, resta 5-10 puntos

En **invierno**, no debería haber gran diferencia:

La diferencia es

0 - 2 ˚C: 10 puntos

2 - 5 ˚C: 5 puntos

> 5 ˚C: 0 puntos

Para climas calientes (Ej. México o Israel)

Si tienen acceso a sombra durante el día: 5 puntos

Si hay equipo de enfriamiento: 1-5 puntos, dependiendo del número y calidad del sistema de enfriamiento.

Si las vacas sufren estrés calórico: - 5 puntos

Espacios muertos (5 puntos):

No debe haber espacios sin ser ocupados en los corrales donde haya mala ventilación o ausencia total de eta. Si hay espacios muertos: 0 puntos; si no hay: 5 puntos.

Viento frío/ ventisca (5 puntos):

No debe haber viento frío, esto estresa a las vacas. Excesivo viento: 0 puntos; en una esquina o parte del corral: 5 puntos; No hay: 10 puntos.

Cubículos/echaderos:

Vacas limpias (5 puntos):

De limpias a sucias: 5 - 0 puntos.

La cama es de material inorgánico (5 puntos):

Si el material de la cama es arena u otro material que no absorbe: 5 puntos, de lo contrario 0 puntos (el concreto o cemento es inorgánico, no tiene drenaje, por lo tanto 0 puntos).

Cama es suave (10 puntos (or -10):

Realiza la prueba de las rodillas. Buen resultado: 10 puntos; Doloroso: 0 puntos; Si no hay cama (concreto o cemento solamente) ¡no hagas la prueba!: -10 puntos.

Cama limpia / seca (10 puntos):

Echaderos limpios y secos: 10 puntos; algunos echaderos sucios: 5 puntos; muchos echaderos sucios: 0 puntos.

El echadero está con un ligero ángulo (5 puntos):

Entre 3 y 7˚ de ángulo

Cama plana (5 puntos (o -5):

Cama plana y lisa: 5 puntos; Objetos salientes, irregular con huecos (llantas): -5 puntos.

Separadores entre echaderos (5 puntos):

Si la separación entre echaderos es brillante en el in > 95%: 5 puntos; se está brillante en el

5-20%: 3 puntos; cuando es en > 20% de las separaciones: 0 puntos.

Espacio a lo ancho (10 puntos):

Amplio: 10 puntos; suficiente: 5 puntos; sin espacio: 0 puntos.

Longitud (10 puntos):

Los echaderos deben tener el tamaño adecuado. Esto depende del tamaño de las vacas. Para vacas Holstein-Freisian de Holanda: espacio de cada fila 270 x 120 cm; doble (cabeza a cabeza) o interno (con un área abierta) filas de 245 x 120 cm. Si las vacas están dentro del espacio: 10 puntos; Si la vaca está ligeramente girada o curvada: 5 puntos; Si las patas salen del echadero: 0 puntos.

Pechera (5 puntos):

Sin pechera: 5 puntos; Dos cadenas de separación (pechera variable): 5 puntos Lisa, redondeada, de material de caucho: 2 puntos; Madera rígida: 0 puntos.

Número (–10 puntos):

Más o igual que el número de vacas: 0 puntos; más del 10 % de vacas que echaderos: - 5 puntos; más del 20% de vacas que echaderos: - 10 puntos.

Piso:

Resbaloso (10 puntos):

El suelo debe ser suficientemente antideslizante: 10 puntos. Resbaloso: 0 puntos.

Suelto / desigual (10 puntos):

Piso desigual o partes sueltas: 0 puntos; piso liso: 10 puntos.

Piso antideslizante (10 puntos):

Si > 50% del piso está cubierto con piso antideslizante: 10 puntos; 25 – 50 %: 7 puntos;

10 – 25 %: 5 puntos.

Caminando (10 puntos):

Paso firme: 10 puntos; cauteloso, lento: 0 puntos.

Limpieza (5 puntos):

Piso limpio: 5 puntos; piso sucio: 0 puntos.

Comederos:

Entrampaderos (1 puntos):

Con entrampaderos: 0 puntos; sólo salidas sin entrampaderos: 2 puntos.

Altura (1 puntos):

La altura debe ser suficiente para las vacas actuales.

Altura adecuada: 1 punto; inadecuada: 0 puntos

Número de sitios (3 puntos):

El número de sitios debe ser similar al número de vacas.

Mismo número o más: 3 puntos. Cuando hay 10% de sobrepoblación: 1 punto; Más del 20 % de sobrepoblación: 0 puntos.

Contaminación del alimento (-3 puntos):

Si el alimento tiene materiales no comestibles, puede afectar la salud animal y su bienestar (alambres, botellas desechables, guantes de palpación); el alimento debe estar libre de objetos y ser de apariencia adecuada para la vaca. Si el alimento se ve bien: 0 puntos; mal -3 puntos.

Agua:

Número de bebederos (10 puntos):

Por cada 10 vacas debe haber 1 espacio para beber agua (65 cm de espacio en un bebedero grande= un espacio para beber). Deben estar colocados en dos lugares diferentes (por las vacas dominantes). Si se cumplen estas condiciones: 10 puntos.

Tipo (5 puntos):

Una pileta grande: 5 puntos. Piletas pequeñas: 0 puntos.

Limpieza (5 puntos):

Agua limpia: 5 puntos.

Temperatura (5 puntos):

Agua tibia (15-25 °C): 5 puntos; agua fría: 0 puntos.

Área de espera y sala de ordeño:

Comportamiento (3 puntos):

Vacas silenciosas: 3 puntos; vacas ruidosas: 0 puntos

Tiempo (2 puntos):

¿Vacas donde el tiempo de espera > 1 hr antes de ser ordeñadas? (Si, 0 puntos; No, 2 puntos)

Pasillos y corredores:

Ancho de los pasillos desde el echadero al comedero (2 a - 2 puntos):

Dos vacas deben pasar en direcciones opuestas atrás de una vaca comiendo. Aproximadamente 4 m: 2 puntos. 4 m > 4m : 2 puntos; 3, 75 – 4 m: 1 punto; 3,5 – 3,75 m: 0 puntos; < 3,5 m: -2 puntos.

Ancho de los pasillos y corredores (2 puntos):

Estos caminos deben tener > 3 m de ancho. Si así es: 2 puntos; 2,5 – 3 m: 1 punto; < 2,5 m: 0 puntos.

Suficientes pasillos (1 punto):

Las vacas deben ser capaces de atravesar las líneas de echaderos con facilitad. No deben caminar más de 15 echaderos par atravesar. Un pasillo por cada 10 a 15 cubículos: 1 punto; > 15: 0 puntos. (Nota: En lugares donde hay dos líneas de echaderos este elemento puede brincarse).

Miscelánea:

Sala de partos (3 puntos):

Sin contacto con otras vacas; cama amplia (paja); limpio; espacio suficiente.

Corral de enfermos (2 puntos):

Contacto con otras vacas; suficiente cama (paja); limpio, espacio suficiente.

Acceso al exterior o a pastura (20 puntos):

Acceso a pastura todo el tiempo

¿Durante el verano de día?

¿Durante el verano de noche?

Es voluntario o mandatorio

¿Sombras en el área de pastoreo en días cálidos?

¿Cepillo mecánico? **(15 puntos):**

Cepillo: 5 puntos; Cepillo mecánico: 15 puntos

Animal (salud y alimentación):

Pelaje (5 puntos):

Pelado/no pelado; pelaje hacia abajo; lustroso, sin lesions, etc.

Cojera (-25 - 25 puntos):

Casos vaca-año, según la escala indicada. No se cuenten casos reincidentes.

Por año	Puntos
>80%	-25
60-80%	-20
40-60%	-15
25-40%	-10
15-25%	0
10-15%	10
< 10%	25

Corvejones anchos (-60 - 20 puntos):

Los corvejones pueden ser más gruesos debido a la formación ósea. En este caso la vaca no debe presentar daño. El grosor puede ser consecuencia de traumas repetidos, y ser un indicativo de incomodidad al echarse. El corvejón puede estar ensanchado por crecimiento de tejido suave. Si la pata entera presenta inflamación, se toma como 5 vacas.

Por año	Puntos
>80%	-10
60-80%	-8
40-60%	-5
25-40%	-2
15-25%	0
10-15%	5
< 10%	10

Si hay erosiones visible en > 50% de los corvejones: - 10 puntos, en 25 – 50%: - 5 puntos; en > 25%: no se restan más puntos.

Cuerpo grueso (-60 - 20 puntos):

Un cuerpo puede estar engrosado por la formación ósea. En estos casos la vaca no debe parecer lastimada. El grosor puede ser consecuencia de traumas repetidos, y ser un indicativo de incomodidad al echarse.

Por año	Puntos
>80%	-10
60-80%	-8
40-60%	-5
25-40%	-2
15-25%	0
10-15%	5
< 10%	10

El carpo puede estar ensanchado por crecimiento de tejido suave. Si la pata entera presenta inflamación, se toma como 5 vacas.

Por año	Puntos
>80%	-50
60-80%	-40
40-60%	-30
25-40%	-20
15-25%	-10
10-15%	0
5– 10%	5
< 5%	10

Si hay erosiones visibles > 50% del carpo: - 10 puntos, de 25-50%, - 5 puntos, de <25% no se restan más puntos.

Pezuñas (20 puntos):

Se observa la forma, ángulo y manera de pararse sobre las pezuñas (pezuñas perfectas: 20 puntos; malas pezuñas: 0 puntos). Cuando hay problemas serios, las vacas puedes claudicar. (Se debe dar un puntaje por esto también). En general, las vacas con pezuñas dolorosas se tratarán, por lo que no se va a dar un puntaje por esto durante la revisión.

Mastitis (-15 - 15 puntos):

Se toman en cuenta el número de casos vaca-año. Si una vaca es considerada sana, y 14 días después se presenta como caso clínico, se le considera un caso nuevo.

Por año	Puntos
>80%	-15
60-80%	-10
40-60%	-5
25-40%	-3
15-25%	0
10-15%	5
5 – 10%	10
< 5%	15

Desplazamiento de abomaso (-15 - 10 puntos):

Por año	Puntos
>15%	-15
10-15%	-10
5 – 10%	-5
0 - 5 %	0
0%	10

Llenado de rumen (-10 – 5 puntos):

¿Cuál es la impresión general de las vacas. Se identificarán 3 vacas por cada etapa de lactación.

Malo: -10 puntos

Suficiente: 0 puntos

Bueno: 5 puntos

Fiebre de leche (-10 - 5 puntos):

Por año	Puntos
>15%	-10
10-15%	-5
5 – 10%	-2
0 - 5 %	0
0%	5
Casos en vacas < 4 años	Cuentan doble

Acetonemia (-15 - 5 puntos):

Por año	Puntos
>15%	-15
10-15%	-10
5 – 10%	-5
0 - 5 %	0
0%	5

Condición corporal (15 puntos):

Calcule el promedio de condición corporal para las vacas secar en el periodo de un año. Representan el resultado previo al periodo de lactación y proveen la indicación del balance energético negativo en el periodo posparto. Cuando se determina la condición corporal y el promedio está dentro del puntaje deseado: 15 puntos. Para desviaciones de 0.5 puntos (arriba o abajo): 5 puntos de reducción. Si la desviación es > 1 punto: 0 puntos. La condición corporal se puede determinar aleatoriamente, en una muestra de 5 vacas secas, cuando esta no se registra o realiza regularmente. El puntaje de condición debe puede variar por país y raza.

Porcentaje de grasa en leche (15 puntos)

Se calcula a partir del promedio de grasa en leche, durante las tres primeras semanas de lactación. Se compara el porcentaje promedio por raza y país (Holanda = 4.8%). Si el porcentaje del hato difiere >1%: 0 puntos; 0,5 – 1 %: 7 puntos; <0,5%: 15 puntos.

Fertilidad (-10 - 25 puntos):

¿Cuál es la impresión de la fertilidad después de trabajar con varios índices? Buena: 25 puntos; razonable: 15 puntos; pobre: –5 puntos; mala: –10 puntos.

Parto (15 puntos):

% de casos asistidos por el veterinario

>15% / año -> 0 puntos

10-15% por año -> 5 puntos

5-10% por año -> 10 puntos

0-5% por año -> 15 puntos

Por año	Puntos
>15%	0
10 - 15%	5
5 – 10%	10
0 - 5 %	15

AUDITORÍAS DE BIENESTAR: ¿PÉRDIDA DE TIEMPO O BENEFICIO?

Inés Ajuda

Las empresas alimentarias están evaluando cada vez más lo que ocurre a nivel de las explotaciones agrícolas. ¿Deberían los agricultores ver esto como una pérdida de tiempo, o hay una oportunidad para ellos en esta iniciativa? Esta conferencia analizará los pasos que dan las empresas y cómo los agricultores y los asesores agrícolas pueden guiarse por ellos, y con suerte utilizarlos en beneficio de los animales, así como para una mejor gestión de las explotaciones.

El bienestar de los animales de granja está aumentando rápidamente en la agenda corporativa. Se ha pasado de considerar que el bienestar podía ser en el mejor de los casos "bueno tenerlo" y en el peor "irrelevante", a que hoy en día las empresas de todos los sectores - minoristas, fabricantes y empresas de servicios alimentarios - estén prestando atención a este tema, considerándolo tanto una necesidad estratégica como un imperativo ético, a la vez que están comenzando a integrarlo en la agenda de la sostenibilidad en general.

Esto conduce a la implantación de programas de bienestar animal que abarcan toda la cadena de suministro, desde el equipo directivo superior hasta el nivel de explotación. Una de las principales razones para que las empresas mejoren el bienestar de los animales es informar sobre los resultados de su cadena de suministro. Esto lleva a establecer evaluaciones del bienestar de los animales a nivel de la explotación.

Si bien no existen estándares universales ni directrices aceptadas sobre cómo las empresas alimentarias pueden gestionar e informar eficazmente sobre el bienestar de los animales de granja, cada vez son más las empresas líderes que empiezan a estudiar cómo pueden reconocer el bienestar de los animales de granja como una cuestión empresarial e incorporarlo en su estrategia de responsabilidad social corporativa (RSE) o de sostenibilidad.

Con el fin de abordar el bienestar de los animales de granja y gestionarlo eficientemente a lo largo de su actividad, las empresas alimentarias suelen seguir estos pasos: 1) Redactar y publicar una política corporativa sobre el bienestar de los animales de granja; 2) Implementar y gestionar su política de bienestar de los animales de granja de manera eficiente; 3) Establecer objetivos e informar sobre el desempeño; 4) Comunicar sobre su política y sus logros clave

El nivel de la explotación suele verse afectado por el paso número 3. Este paso debe incluir:

- Identificar las medidas apropiadas de progreso y establecer objetivos mensurables con un calendario de ejecución asociado.
- Informar sobre los principales logros y progresos realizados en la consecución de los objetivos, con una explicación de los resultados y de los próximos pasos previstos. Las medidas de progreso y los objetivos pueden estar relacionados con los procesos (por ejemplo, el desarrollo de una herramienta de auditoría del bienestar o el lanzamiento de un proyecto de investigación) o los resultados (por ejemplo, 100% animales criados en libertad para diciembre de 2018).
- La presentación de informes sobre el rendimiento implicará una evaluación del progreso realizado en relación con un conjunto de indicadores clave de desempeño (KPI) para el bienestar y también puede incluir cualquier reconocimiento externo de los logros (por ejemplo, a través de premios o certificaciones de terceros).

Existen elementos clave de gestión que deben abordarse dentro de una estrategia de bienestar de los animales de granja que tendrán un impacto a nivel de granja y que, si se aplican correctamente, representarán verdaderas oportunidades para los agricultores y los veterinarios auxiliares:

- Integración del bienestar de los animales de granja en los contratos de los proveedores: garantizar que el bienestar de los animales forme parte de los requisitos de abastecimiento de la empresa y se aborde en las especificaciones contractuales de los proveedores. Al incluir objetivos de bienestar animal en el contrato, el agricultor tendrá que trabajar para alcanzarlos, pero también puede exigir ayuda para lograrlos. Además, el contrato debe dar suficientes detalles sobre los planes y objetivos establecidos para la mejora del bienestar animal.
- Evaluación del cumplimiento de las normas de bienestar establecidas: ofercer detalles del proceso de auditoría (por ejemplo, alcance, frecuencia). Este es un paso muy importante para la granja. Saber cuándo se llevarán a cabo las auditorías, cómo se llevarán a cabo y qué van a analizar y por qué, son fundamentales para el éxito del programa.
- Tratamiento de los casos de incumplimiento: se detallan las medidas correctoras adoptadas cuando se descubre que un proveedor no cumple las normas. Esperemos que el granjero no esté en esta posición. Sin embargo, es importante interpretar cuáles son los planes de la empresa en esta situación. Esto también debería ayudar al agricultor a identificar con qué empresa debe embarcarse en este viaje.
- Incentivar el progreso: detallar cómo se incentiva el rendimiento de los proveedores (por ejemplo, incentivos financieros, primas de asistencia social, reconocimiento como premios). El precio de la leche y sus fluctuaciones son siempre un reto. Las mejoras en el bienestar de los animales no siempre aportan beneficios inmediatos a la explotación. Tener un premio por tener un buen desempeño siempre debe ser parte de la iniciativa.
- Seguimiento de los avances en relación con las metas: detallar el proceso establecido para supervisar los avances en la consecución de los objetivos y los indicadores clave de rendimiento (KPI) utilizados. Desde la primera conversación es importante entender qué tipo de objetivos busca la empresa, para que el agricultor y los asesores puedan establecer un plan de acción para alcanzarlos. Esta es una oportunidad para examinar los procedimientos operativos normalizados de la explotación y revisarlos o aplicar otros nuevos.
- Plan de mejora continua mediante la revisión periódica de metas y objetivos. La mayoría de las empresas pondrán al día regularmente los resultados de la explotación y establecerán un punto de referencia. Estos puntos de referencia conducen a menudo a grupos de ganaderos, donde los

desafíos y las mejoras pueden ser discutidos abiertamente, así como también se puede dar retroalimentación a los auditores/evaluadores de la compañía.

- Formación y transferencia de conocimientos: proporcionar información sobre cualquier plan para desarrollar las capacidades y conocimientos del personal interno (por ejemplo, compradores, directores de categoría) y habilidades y conocimientos de los proveedores para gestionar el bienestar de los animales de granja, incluidas las actividades de capacitación tales como formación, talleres y apoyo técnico in situ. La mayor oportunidad de todas en este tipo de iniciativas es el aprendizaje y el intercambio de conocimientos. A menudo la granja es una isla de conocimiento y sabiduría que no tiene contacto con otros agricultores para aumentar la cantidad de información útil. Estas iniciativas son la oportunidad adecuada para abrir, compartir conocimientos y aprender más para mejorar el bienestar de los animales en la granja.

El bienestar animal está aquí para quedarse. Un número creciente de veterinarios y agricultores se enfrentarán a auditorías/preguntas y otras iniciativas de las empresas a las que suministran. Es importante estar preparado y entender el proceso. Esto le ayudará a que sea lo más útil posible para su granja/granjas asistidas y a crear un cambio incremental en el bienestar de los productores de leche.

ENGLISH VERSION

AUDITORÍAS DE BIENESTAR: ¿PÉRDIDA DE TIEMPO O BENEFICIO?

Ines Ajuda

Food companies are growingly assessing what goes on at farm level. Should the farmers see this as a waste of time, or is there an opportunity for them in this initiative? This talk will look at the steps that companies take and how the farmer and farm advisors can navigate them and hopefully use them for the benefit of the animals as well as for a better farm management.

Farm animal welfare is rising rapidly up the corporate agenda. Where welfare may once have been a 'nice to have' at best, and irrelevant at worst, today companies from all sectors – retailers, manufacturers, and food service companies – are paying attention to this issue, viewing it both as a strategic necessity and an ethical imperative, as well as starting to integrate it in the wider sustainability agenda.

This leads to implementation of animal welfare programmes that go through the supply chain, from the senior management team down to farm level. One of the big parts of the push to companies in improving animal welfare is to report the results of their supply chain. This leads to setting assessments of animal welfare at farm level.

While there are no universal standards nor accepted guidelines on how food companies can efficiently manage and report on farm animal welfare, more and more leading companies are starting to look at how they can acknowledge farm animal welfare as a business issue and incorporate it within their Corporate Social Responsibility (CSR) or sustainability strategy.

In order to address farm animal welfare and manage it efficiently throughout their business, food companies usually follow these steps: 1) Write and publicise a corporate policy on farm animal welfare; 2) Implement and manage their farm animal welfare policy efficiently; 3) Set targets and report on performance; 4) Communicate on their policy and key achievements

Farm level is usually impacted by step number 3. This step should include:

- Identifying appropriate measures of progress and setting measurable targets with an associated timeframe for delivery.
- Reporting on key achievements and progress made towards targets, with an explanation of the results and planned next steps. Measures of progress and targets can be related to processes (e.g. developing a welfare auditing tool or launching a research project) or outcomes (e.g. 100% cage-free by December 2018).
- Reporting on performance will involve an assessment of progress made against a set of key performance indicators (KPIs) for welfare and may also include any external recognition of achievements (e.g. through awards or third party certification).

There are Key management elements to address within a farm animal welfare strategy that will have an impact at farm level and, if navigated the right way, will represent true opportunities for the farmers and assistant vets:

- Integrating farm animal welfare into suppliers' contracts: ensure that animal welfare is part of the company's sourcing requirements and addressed in suppliers' contractual specifications. By including animal welfare targets on the contract, the farmer will have to work towards those, but may also demand help in achieving them. Also, the contract should give enough detail about the set plans and targets for animal welfare improvement.
- Assessing compliance against set welfare standards: detail the auditing process (e.g. scope, frequency). This is a very important step for the farm. Knowing when the audits are due to happen, how they are going to happen and what are they going to be looking at and why it is pivotal for the success of the programme.
- Dealing with non-compliance: detail the corrective actions taken when a supplier is found to be non-compliant. Hopefully the farmer will not be in this position. Nevertheless is important to interpret what are the plans for the company in this situation. This should also help the farmer identify which company they should embark in this journey with.
- Incentivising progress: detail how supplier performance is incentivised (e.g. financial incentives, welfare premiums, recognition such as awards). The price of the milk and its fluctuation are always a challenge. Improvements on animal welfare do not always bring an immediate profit to the farm. Having a premium for performing well should always be part of the initiative.
- Monitoring progress against targets: detail the process in place to monitor progress towards objectives and the KPIs (key performance indicators) used. Form the first conversation it is important to understand what kind of targets the company is looking for, so farmer and advisors can set an action plan to meet them. This is an opportunity to look into SOPs of the farm and revise them or implement new ones.
- Continuous improvement plan through regular review of targets and objectives. The majority of the companies will set up a regular catch-up on the results of the farm as well as a benchmark. These benchmark frequently leads to framers groups, where challenges and improvements can be discussed openly, as well as feedback can be given to

the company's auditors/assessors.

- Training and knowledge transfer: provide information on any plans to develop internal staff (e.g. buyers, category managers) and suppliers' skills and knowledge to manage farm animal welfare, including any capacity-building activities such as training, workshops, and onsite technical support. The greatest opportunity of all in this kind of initiative is the learning and sharing of knowledge. Often the farm is an island of knowledge and wisdom that doesn't contact with other farmer to increase the amount of useful information. These initiatives are the right opportunity to open-up, share knowledge and learn more to improve the animal welfare on farm.

Animal welfare is here to stay. A growing number of vets and farmers are going to be faced with audits/questions and other initiatives from the companies they supply to. It is important to be prepared and understand the process. This will help you make it as useful as possible for your farm/assisted farms and create incremental change for dairy welfare.

COJERA Y BIENESTAR EN EL GANADO LECHERO: PAPEL DE LOS PROFESIONALES DE LA SALUD DE LOS BOVINOS, CON ESPECIAL ATENCIÓN A LA COMUNICACIÓN

Helen R Whay

Además de los impactos económicos perjudiciales a menudo citados de la cojera en el ganado lechero, también se considera que la cojera es perjudicial para su bienestar. Puede resultar difícil calcular el "coste del bienestar" real de un problema como la cojera, ya que gran parte de la experiencia interna de los animales sigue siendo inaccesible para nosotros. También es cierto que los diferentes aspectos del bienestar se miden en diferentes "monedas", por ejemplo, ¿cómo se comparan las consecuencias en el bienestar de un cambio en la capacidad de una vaca para expresar un comportamiento normal con un caso de mastitis aguda grave? Es un poco como comparar el precio de un producto en yenes japoneses y dólares estadounidenses sin que se le indique la ratio de conversión. A pesar de este problema de poner un "valor" a los problemas de bienestar, sigue siendo valioso tener una visión general de los desafíos de bienestar experimentados por el ganado lechero cojo. Tanto para los profesionales del sector bovino como para los ganaderos, la apreciación de los compromisos más sutiles y obvios con respecto al bienestar resultante de la cojera es un paso útil a la hora de considerar cómo apoyar mejor a las vacas cojas y minimizar el impacto del problema.

En realidad, el equilibrio entre la responsabilidad por la salud y el bienestar de los animales de granja se inclina en gran medida hacia los ganaderos y el personal de las granjas que tienen la responsabilidad diaria y administrativa de su ganado. La función de asesoramiento veterinario para ayudar a los ganaderos a cumplir estas responsabilidades depende en gran medida de una comunicación eficaz y de que los ganaderos apliquen el asesoramiento veterinario. A menudo, en las visitas formales de asesoramiento veterinario, el veterinario dispone de un conjunto de herramientas para apoyar la consulta, por ejemplo, un formulario para un plan de salud, una herramienta de cálculo del coste de la enfermedad o una estructura para formular un plan de acción. Sin embargo, parece que las habilidades y estrategias de comunicación que sustentan el uso de tales herramientas son de vital importancia para guiar a los ganaderos hacia la implementación del cambio y el cumplimiento de los planes de acción. En 2010 Jolanda Jansen (Jansen 2010) publicó un estudio de 17 conversaciones entre veterinarios y ganaderos realizadas durante las revisiones de salud del rebaño en las granjas lecheras holandesas. Se evaluaron las habilidades de comunicación de los veterinarios y se descubrió que sus conversaciones carecían de estructura, no escuchaban activamente ni se esforzaban para obtener las opiniones y valores de los ganaderos. Esta y otras investigaciones indican que hay trabajo por hacer para cerrar la brecha entre la comunicación veterinaria y la implementación de la acción por parte de los ganaderos. Un número cada vez mayor de investigadores y estudios están tratando de identificar metodologías que ayuden a las estrategias de comunicación veterinaria en las granjas para lograr los resultados deseados.

Utilizando el ejemplo de la cojera en el ganado lechero, hay poca evidencia hasta la fecha de que la aplicación de la ley y el establecimiento de normas o enfoques de asesoramiento estén teniendo un impacto sustancial en la reducción de la cojera en el rebaño nacional del Reino Unido. En 1996 Clarkson *et al.* (1996) informaron una prevalencia media de cojera del 20,5% (25% sólo en invierno) en una muestra de granjas del Reino Unido; 7 años después Whay *et al.* (2003) informó de una prevalencia de cojera invernal de 22.1% en una muestra de 53 granjas lecheras del Reino Unido, y 7 años después de ese estudio Barker *et al.* (2010) encontraron una prevalencia de cojera del 36,8% observada durante las visitas de invierno en una muestra de 205 granjas lecheras del Reino Unido.

El proceso de introducir cambios en las prácticas de gestión, las estrategias y los comportamientos rutinarios es difícil. La mayoría de las personas encuentran difícil introducir cambios en sus propias vidas, especialmente en los comportamientos relacionados con la salud. Esto se evidencia por las discrepancias entre el conocimiento de los comportamientos positivos en materia de salud y los niveles reales de aplicación. Por ejemplo, la Agencia de Normas Alimentarias (2004) informó de que, a pesar de un aumento sustancial de la concienciación de la población sobre los beneficios para la salud del consumo de frutas y hortalizas, entre 2000 y 2003 sólo se observó un aumento del dos por ciento en el número de personas que alcanzaron el objetivo de consumir cinco porciones de frutas y hortalizas al día. Esta discrepancia entre el conocimiento de las medidas que deben tomarse y la implementación real del cambio es un fenómeno bien reconocido (McKenzie-Mohr y Smith, 1999) y presenta muchos desafíos cuando se trata de trabajar con los ganaderos para implementar los hallazgos de la investigación en las granjas con el fin de lograr una mejora del bienestar (Whay, 2007).

En esta presentación se examinarán algunos de los malentendidos y desafíos que conducen a problemas de comunicación entre los veterinarios - ganaderos y ganaderos - veterinarios y se revisarán algunos de los enfoques que se están probando para ayudar a abordar este problema en relación con la cojera y los problemas de bienestar en el ganado lechero.

Reconocimiento

Este breve documento pretende resumir el trabajo en la literatura en general, así como el trabajo con el que el autor ha estado más estrechamente vinculado. En consecuencia, hay muchas personas a las que reconocer y éstas incluyen (esperando no dejar a nadie fuera) a Zoe, Barker, Katharine Leach, Nick Bell, David Main, Matthew Bell, Laura Green, John Webster, Claire Maggs y Anoushka Bell.

Bibliografía

En la version inglesa

ENGLISH VERSION

LAMENESS AND WELFARE IN DAIRY CATTLE: ROLE OF BOVINE PRACTITIONER WITH A FOCUS ON COMMUNICATION

Helen R Whay

As well as the often quoted detrimental economic impacts of lameness in dairy cattle; lameness is also considered to be damaging to their welfare. It can be difficult to work out the actual 'welfare cost' of a problem such as lameness because much of the animals internal experience remains inaccessible to us. It is also true that different aspects of welfare are measured in different 'currencies', for example, how does one compare the welfare consequences of a change in a cow's ability to express a normal behaviour with a case of severe acute mastitis? It is a little bit like comparing the price of a product in Japanese Yen and US Dollars without being told the conversion ratio. Despite this problem of placing a 'value' on welfare problems, an overview of the welfare challenges experienced by lame dairy cattle is still valuable. For both bovine practitioners and farmers an appreciation of the more subtle as well as the very obvious compromises to welfare resulting from lameness is a useful step in considering how to better support lame cows and minimise the impact of the problem.

In reality, the balance of responsibility for farm animal health and welfare is weighted heavily towards farmers and farm staff who have day to day and managerial responsibility for their livestock. The veterinary advisory role in supporting farmers to meet these responsibilities relies heavily on effective communication and on farmers implementing veterinary advice. Often in formalised veterinary advisory visits the veterinary surgeon has a set of tools to support the consultation, for example a pro-forma for a health plan, a disease cost calculation tool or a structure for formulating an action plan. However, it appears that the communication skills and strategies that underpin the use of such tools are vitally important for guiding farmers towards implementing change and compliance with action plans. In 2010 Jolanda Jansen (Jansen 2010) published a study of 17 veterinary surgeon – farmer conversations conducted during herd health visits on Dutch dairy farms. The veterinary surgeons' communication skills were evaluated and their conversations were found to lack structure, active listening and efforts to elicit farmers' opinions and values. This and other research indicates that there is work to be done to bridge the divide between veterinary communication and farmer implementation of action. An increasing number of researchers and studies are trying to identify methodologies that will aid veterinary communication strategies on farm to achieve the desired outcomes.

Using the example of lameness in dairy cattle, there is little evidence to date that enforcement and standard setting or advisory approaches are having a substantial impact on reducing lameness in the UK national herd. In 1996 Clarkson *et al.* (1996) reported a mean lameness prevalence of 20.5% (25% in winter only) across a sample of UK farms; 7 years later Whay *et al.* (2003) reported a winter lameness prevalence of 22.1% from a sample of 53 UK dairy farms, and 7 years after that study Barker *et al.* (2010) found a lameness prevalence of 36.8% observed during winter visits to a sample of 205 UK dairy farms.

The process of introducing changes to management practices, strategies and routine behaviours is difficult. Most individuals find introducing changes, particularly health related behaviours, to their own lives difficult. This is evidenced by the discrepancies between knowledge of positive health behaviours and actual levels of implementation. For example the Food Standards Agency (2004) reported that despite a substantial increase in people's awareness of the health benefits of eating fruit and vegetables only a two percent increase in people achieving the target of eating five portions of fruit and vegetables per day was seen between 2000 and 2003. This discrepancy between knowledge of action that should be taken and the actual implementation of change is a well recognised phenomenon (McKenzie-Mohr and Smith, 1999) and presents many challenges when trying to work with farmers to implement research findings on farm to bring about welfare improvement (Whay, 2007).

This presentation will look at some of the misunderstandings and challenges that lead to problems with veterinary – farmer and farmer- veterinary communication and review some of the approaches being trialled to help address this problem in relation to lameness and welfare problems in dairy cattle.

Acknowledgements

This short paper aims to summarise work in the wider literature as well as work the author has been more closely linked with. Consequently, there are lots of individuals to acknowledge and these include (hoping not to leave anyone out) Zoe, Barker, Katharine Leach, Nick Bell, David Main, Matthew Bell, Laura Green, John Webster, Claire Maggs and Anoushka Bell.

References

- Barker, Z.E., Leach, K.A., Whay, H.R., Bell, N.J., Main, D.C.J., 2010 Assessment of lameness prevalence and associated risk factors in dairy herds in England and Wales. Journal of Dairy Science 93, 932 – 941
- Clarkson, M.J., Downham, D.Y., Faull, W.B., Hughes, J.W., Manson, F.J., Merritt, J.B., Murray, R.D., Russell, W.B., Sutherst, J.E., Ward, W.B., 1996 Incidence and prevalence of lameness in dairy cattle. Veterinary Record 138, 563-567
- Food Standards Agency 2004 Consumer attitudes to food standards: wave 4. Published by Food Standards Agency, London pp45-49
- Jansen, J., 2010 Mastitis and farmer mindset: Towards effective communication strategies to improve udder health management on Dutch dairy farms. Doctoral Thesis Wageningen University
- McKenzie-Mohr, D. and Smith, W (1999) Fostering sustainable behaviour. An introduction to community-based social marketing. New Society Publishers, Canada.
- Whay, H.R., Main, D.C.J., Green, L.E., Webster, A.J.F., 2003 Assessment of the welfare of dairy cattle using animal-based measurements: direct observations and investigation of farm records. Veterinary Record 153, 197-202
- Whay, H.R., 2007. The journey to animal welfare improvement. Animal Welfare 16, 117-122

ORDEÑO A MÁQUINA: EL EFECTO SOBRE LA VACA

T. Greenham

Resumen

Los objetivos clave de la operación del ordeño son ser rápido, suave y limpio. La velocidad de ordeño no es sólo el resultado de la rápida recogida de leche de la vaca, sino que también depende de un buena movilidad de la vaca para entrar y salir de la sala de ordeño y de que el proceso de ordeño no se interrumpa por los pateos de las vacas o para realizar tratamientos de mastitis. Se puede mejorar la comodidad de la vaca y la salud de la ubre optimizando los ajustes de la máquina para conseguir un ordeño "suave". En ocasiones se afirma que un buen ordeño es una elección entre 'rápido' o 'suave', pero se pueden conseguir estas dos cualidades con unos ajustes óptimos de la máquina.

La máquina de ordeño utiliza principios similares a los de un ternero succionando la ubre para extraer la leche. El ternero lactante genera un vacío para superar los músculos del esfínter de la ubre y extraer la leche del seno de la misma. A medida que la ternera traga, disminuye la succión y la lengua presiona contra el paladar, masajeando la ubre. Estas acciones son reproducidas por la pezonera (o 'inflado') de la máquina de ordeño, con una bomba que genera vacío en el extremo de la tetina cuando la pezonera está abierta y un sistema de pulsación que proporciona un cierre intermitente de la pezonera para reducir la exposición al vacío y proporcionar un masaje a la ubre. En condiciones óptimas, se puede lograr un ordeño eficaz con máquina sin efectos negativos significativos en la vaca. Sin embargo, si la máquina funciona fuera de los parámetros ideales, el ordeño puede tener numerosos efectos secundarios que reducen la salud de la ubre, la eficiencia del ordeño y la calidad de la leche.

Los métodos actuales de ordeño a máquina pueden tener un impacto en la salud de la ubre de varias maneras. El proceso de ordeño puede aumentar la contaminación de la punta de la ubre de la vaca, con cargas bacterianas más altas asociadas con un mayor riesgo de infección intramamaria. El ordeño a máquina también puede ayudar al paso de bacterias a través del esfínter de la ubre, iniciando la colonización de su canal. Esta contaminación e invasión de la ubre se ve facilitada por la hiperqueratosis en su punta debido a la alta carga compresiva, causada por las pezoneras de alto estrés y alto vacío bajo la ubre. Paradójicamente, la disminución de las cargas de compresión puede provocar otros problemas de salud de la ubre, como edema y congestión. Estos problemas pueden contribuir a aumentar la infección intramamaria al afectar la función inmunológica local y aumentar la duración del ordeño. El edema de la ubre puede verse exacerbado por un mal ajuste entre las pezoneras y las ubres.

Además de que la máquina de ordeño afecte a la vaca, las vacas también pueden alterar la forma en que funciona dicha máquina. Las diferentes velocidades de extracción de leche de la ubre pueden afectar las propiedades de la máquina de ordeño con resultados potencialmente negativos para la salud de la ubre. El entorno, incluyendo la relación entre las vacas y el personal de ordeño, puede tener un gran impacto en las tasas de flujo de leche tanto a nivel de las vacas como de los rebaños.

Para evaluar el efecto de la máquina de ordeño en las vacas, se puede observar las ubres después del ordeño para detectar hiperqueratosis, edema, congestión vascular y cambios en su forma, tales como "anillos" o "acuñamientos". Si se detecta un problema, las herramientas de diagnóstico especializadas pueden determinar la causa: medir el vacío en el extremo del pezón y en la base del pezón durante el ordeño, evaluar la carga de compresión de la pezonera y cuantificar los patrones de flujo de leche. Esto permite ofrecer soluciones específicas para reducir o eliminar los efectos negativos del ordeño a máquina, mejorando el confort de la vaca, la salud de la ubre y la eficiencia del ordeño.

ENGLISH VERSION ▾

MACHINE MILKING: THE EFFECT ON THE COW

T. Greenham

Abstract

The key goals of milking are to be quick, gentle and clean. Milking speed is not just the result of rapid harvest of milk from the cow, it also relies on good cow movement in and out of the parlour and no disruptions to the milking process by kicking cows or mastitis treatments. Improving cow comfort and udder health can be achieved by optimising machine settings to give a 'gentle' milking. It is sometimes stated that a good milking is a choice between 'quick' or 'gentle', but with optimal machine settings these two qualities can both be achieved.

The milking machine uses similar principles to a calf suckling to extract milk from the udder. The suckling calf generates a vacuum to overcome the teat sphincter muscles and remove milk from the teat sinus. As the calf swallows, the vacuum drops and the tongue presses against the roof of the mouth, massaging the teat. These actions are reproduced by the liner (or 'inflation') of the milking machine, with a pump generating vacuum at the teat end when the liner is open and a pulsation system providing intermittent closure of the liner to reduce exposure to vacuum and provide a massage of the teat. Under optimum conditions, effective machine milking can be achieved with no significant negative effects on the cow. However, if the machine performs outside of the ideal parameters, milking can have numerous side-effects that reduce udder health, milking efficiency and milk quality.

Current methods of machine milking can impact on udder health in several ways. The milking process can increase the contamination of the teat end of the cow, with higher bacterial loads being associated with increased risk of intramammary infection. Machine milking may also aid the passage of bacteria across the teat sphincter, initiating colonisation of the teat canal. This contamination and invasion of the teat is further facilitated by teat end hyperkeratosis due to high compressive load -a product of high stress liners and high vacuum under the teat. Paradoxically, lower compressive loads may lead to other problems with teat health such as teat oedema and congestion. These issues can contribute to increased intramammary infection by impairing local immune function and increasing the duration of milking. Teat oedema may be exacerbated by poor fit between the liners and the teats.

In addition to the milking machine affecting the cow, cows can also alter the way in which the milking machine performs. Different rates of milk flow from the udder can affect the properties of the milking machine with potentially negative results for ud-

der health. The environment, including the relationship between cows and milking staff, can have a large impact on the milk flow rates at both cow and herd level.

To evaluate the effect of the milking machine on the cow observation of the teats after milking can detect hyperkeratosis, oedema, vascular congestion and changes to the teat shape such as 'ringing' or 'wedging'. If a problem is detected specialist diagnostic tools can ascertain the cause: measuring vacuum at the teat end and teat base throughout milking, assessing liner compressive load and quantifying milk flow patterns. This allows targeted solutions to be provided to reduce or eliminate the negative effects of machine milking, improving cow comfort, udder health and milking efficiency.

PRIMEROS RESULTADOS DEL PROYECTO I-SA PARA LA RECOGIDA DE INFORMACIÓN SOBRE SALUD ANIMAL EN VACUNO DE LECHE

N. Charfeddine[1], F. J. Blanco Murcia[2]., M. A. Pérez-Cabal[3]

1 Dpto. Técnico de CONAFE, Valdemoro
2 Departamento de Medicina y Cirugía Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid
3 Departamento de Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid

La mejora de la salud de los animales se está convirtiendo en una tarea de máxima prioridad en todo el mundo, debido a su efecto sobre la economía de la ganadería, el bienestar de los animales y, sobre todo, porque la seguridad alimentaria es de creciente interés tanto para el consumidor como para las autoridades sanitarias. Un uso racional de los anti-microbianos en granja es hoy una necesidad para reducir el riesgo de selección y diseminación de la resistencia a los antibióticos.

CONAFE, consciente de la magnitud del problema y siguiendo los pasos dados en otros países, ha diseñado un proyecto para la recogida de información sobre salud animal en las ganaderías de vacuno de leche, en el cual ha hecho partícipe al propio ganadero y a los veterinarios.

Objetivos del proyecto:

Los objetivos del proyecto son desarrollar y poner en práctica un sistema para recoger información sobre las patologías más relevantes que pueden sufrir las vacas de leche durante su vida productiva. Los datos recogidos son necesarios para construir un historial clínico para cada animal, que forma parte de una base de datos a nivel nacional relacionada con datos del control lechero. Una base de datos que sirva para monitorizar y controlar la prevalencia de las distintas patologías, elaborar informes que ayuden al ganadero y al profesional a la hora de gestionar medidas preventivas, y por último relacionarla con la genómica para detectar aquellos animales más resistentes.

Puesta en marcha del proyecto:

En 2012, se inició una primera fase de dicho proyecto con la implementación de una recogida electrónica de información sobre salud podal (I-SAP) en colaboración con empresas y profesionales que se dedican a la podología. Se creó una base de datos de salud podal a nivel nacional, a la cual están conectados todos los podólogos adheridos al programa, y se desarrolló una aplicación sencilla, informativa y útil que han sido las claves para que la experiencia haya sido todo un éxito. Después de 7 años, más de 250.000 vacas en control lechero tienen información de salud podal y desde Noviembre 2018 se implementó una evaluación genética para la salud podal.

En 2016, se amplió la recogida de información sobre salud animal a otras patologías. CONAFE, en colaboración con la Facultad de Veterinaria de Madrid, ha elaborado una lista extensa de patologías que afectan a las vacas durante su vida productiva. Se incluyeron enfermedades relevantes que puedan ser registradas por el ganadero, con la ayuda de su veterinario. Las patologías han sido estandarizadas utilizando un sistema de codificación que consiste en 50 diagnósticos iniciales divididos en 6 categorías. Más tarde fueron reducidos a 18 diagnósticos y por ultimo a 12, donde sólo 5 son obligatorias.

El sistema de codificación consiste en 3 dígitos donde el primero es una letra que identifica la categoría, el segundo es el número de la patología dentro de la categoría y el tercero especifica el estado de la patología cuando sea necesario.

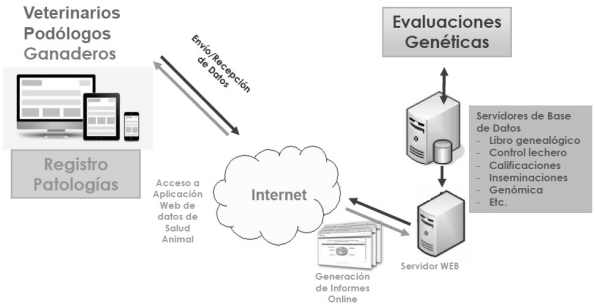
La lista de patologías a recoger es la siguiente, donde las patologías marcadas en negritas son las obligatorias:

Tabla 1. Lista final de patologías recoger

	Código	Patologías
1	**U15**	**Mamitis Clínica**
2	R50	Disfunción ovárica
3	**R60**	**Retención de placenta**
4	P80	Cojeras
5	**R30**	**Metritis**
6	O10	Neumonía
7	R10	Abortos (> 90 días gestantes)
8	**D20**	**Desplazamiento de Abomaso**
9	R40	Muerte embrionaria (<90 días gestante)
10	**M20**	**Cetosis Clínica**
11	M30	Fiebre de la leche
12	O00	Otras Patologías

El flujo de información se realiza online y se describe en el gráfico 1.

Grafico 1. Flujo de Información de datos de Salud Animal



Cada ganadero que se incorpora al programa recibe una cartulina con las definiciones de las distintas patologías y unas indicaciones prácticas que les ayuda a registrar los datos (Grafico 2.). Dicha cartulina fue elaborada en colaboración con el departamento de Medicina y Cirugía Animal de la Facultad de Veterinaria de Madrid y con los técnicos de Elanco.

CONAFE UNIVERSIDAD COMPLUTENSE MADRID

RECOGIDA DE INFORMACIÓN SOBRE SALUD ANIMAL **I-SA**

(Versión marzo 2018)

Se adjunta un listado de las principales patologías a recoger dentro del proyecto I-SA. Se ruega recoger los diagnósticos de estas patologías en todos los animales de su granja. Si tiene cualquier cuestión no dude en consultarla con su veterinario.

- Definición de las patologías -

Cetosis (**M2**)

Es una enfermedad metabólica debida al balance energético negativo, generalmente a las 2 a 6 semanas post parto.

Código	Descripción	Diagnóstico
M2	Cetosis	Brusca reducción de la producción con un aumento del % de grasa en la leche; depresión en el consumo, especialmente del concentrado, y una importante pérdida de peso. Los animales afectados manifiestan un olor dulzón a acetona o a manzana fermentada, consecuencia de un aumento de los cuerpos cetónicos en sangre, orina y leche. Alteraciones del comportamiento, excitabilidad, agresividad y estupor.

Grafico 2. Definiciones de las patologías e indicaciones para el ganadero para recoger los datos.

Datos recogidos:

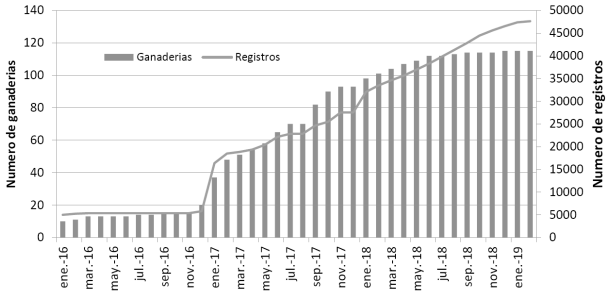
La recogida de datos se inició en 2016, el primer año fue un periodo de prueba, en el cual se recogieron datos solamente en 20 ganaderías. En la segunda fase del proyecto hemos limitado las patologías a recoger a las 12 patologías más prevalentes (ver la tabla 1). Asimismo, se establecieron 5 patologías como obligatorias (marcadas en negrita en la tabla 1) y el resto como opcionales para facilitar la recogida de información y adaptarla a las necesidades de cada ganadería.

Al mismo tiempo que CONAFE inició la recogida de datos haciendo participe a los ganaderos, la Asociación de ganaderos de Lugo para el control de rendimiento (AFRICOR-LUGO) inició en 2016 una recogida de datos de salud en una muestra de las ganaderías de la provincia de Lugo a través del control lechero. El controlador recoge información sobre las 5 patologías obligatorias preguntando al ganadero en el segundo control sobre la ocurrencia o no de dichas patologías en el periodo transcurrido entre el parto y el segundo control. Los datos recogidos por AFRICOR LUGO fueron adaptados para poder almacenarlos en la misma base de datos de salud del proyecto I-SA.

Por otro lado, hemos ido ampliando el número de ganaderías hasta llegar a casi 120 a principio de 2019. Después de 3 años de recogida de datos se han registrado las patologías ocurridas en casi 50,000 lactaciones de más de 29,000 vacas (Ver gráfico 3). 15,345 lactaciones son de primer parto y el resto son de vacas adultas. En el 25,3 % de las lactaciones se registró alguna de las patologías, donde el 18,9% mostraron solo una patología y en el 6,4% más de una patología. La mayoría de las ganaderías son de Galicia (57 ganaderías) y de Cataluña (26 ganaderías).

Además de la información de las patologías, el proyecto enlaza la información de control lechero de aquellas lactaciones con datos de salud para definir dos patologías en estado subclínico, que son la cetosis subclínica a través del dato de Betahidroxibutirato (BHB) en primer control y la mamitis subclínica a través del datos de recuento de células somáticas en primer y segundo control. Los animales con una concentración de BHB en leche superior o igual a 100 µmol/l fueron considerados como positivos en cetosis subclínica. En cuanto a la mamitis subclínica, se definió en cada uno de los dos primeros controles, si el recuento celular es superior o igual a 200,000 células.

Gráfico 3. Evolución del numero de ganaderías y de registros recogidos en el proyecto I-SA



Prevalencia de las patologías en las ganaderías de vacuno de leche:

Sobre los datos que se han recogido a lo largo del 2018, se calcularon las incidencias medias dentro de las ganaderías del proyecto y los cuartiles 25 y 75 (Tabla 2). Las patologías más frecuentes fueron, como era de esperar, las patologías subclínicas. Tanto la cetosis subclínica como la mamitis subclínica en primer y segundo control muestran una tasa de incidencia por lactación superior al 10%.

Tabla 2. Incidencia media por lactación de las patologías recogidas en las ganaderías del estudio a lo largo de 2018.

	Incidencia media	Cuartiles		Niveles de alarma
		Cuartil 25	Cuartil 75	
Cetosis clínica	2,4%	0,0%	1,7%	4%
Cetosis subclínica (BHB)	12,8%	6,1%	15,9%	25%
Mamitis clínica (Primeros 68 días)	4,2%	0,8%	5,6%	12%
Mamitis subclínica 1er control (RCS)	19,9%	14,6%	24,3%	15%
Mamitis subclínica 2^{sd} Control (RCS)	14,9%	9,3%	19,8%	15%
Fiebre de leche	1,2%	0,6%	1,6%	2-5%
Desplazamiento de abomaso	2,6%	0,0%	3,5%	3-5%
Abortos (>90 días de gestación)	2,1%	1,0%	2,6%	5%
Metritis	6,5%	0,0%	10,5%	16%
Retención de placenta	6,8%	3,0%	10,0%	8%
Disfunción ovárica	8,5%	2,6%	10,5%	12%
Muerte embrionaria (<90 días de gestación)	1,9%	1,3%	2,5%	18%
Neumonía (vacas adultas)	4,2%	1,7%	5,3%	
Cojeras	6,8%	2,7%	9,6%	15%

En cuanto a las patologías en estado clínico, las patologías reproductivas (metritis, retención de placenta y disfunción ovárica), las cojeras y la mamitis son las más frecuentes en nuestras ganaderías. Comparar estas incidencias con incidencias mostradas en la bibliografía no es tarea fácil, porque la magnitud de estos valores depende de cómo se definen los animales en riesgo y también cómo se define el periodo de riesgo. Estas incidencias fueron calculadas por lactación y donde el periodo de riesgo son los primeros 68 días de lactación. Para tener alguna referencia comparativa se ha incluido en la tabla 2 los niveles de alarma que hemos utilizado en los informes de manejo y que fueron recogidos de varias referencias bibliográficas.

Informe de manejo:

En colaboración con los técnicos de Elanco, se definió un informe detallado con las prevalencias registradas en cada ganadería, donde además se han indicado los niveles de alarma para que el ganadero compare y detecte si sus niveles son cercanos

a los que podemos considerar normales. El gráfico 4 muestra el informe que se entrega al ganadero.

Pérdidas de producción relacionadas con las patologías post parto:

Las pérdidas de producción debidas a 5 patologías se estimaron mediante análisis de asociación de la ocurrencia de las distintas patologías y la producción de leche corregida por su contenido energético (ECM). Los cálculos se han realizados con el procedimiento GLIMMIX de SAS, diferenciando entre vacas primíparas y multíparas. El modelo mixto de análisis para los datos de primera lactación incluyó el valor genético de producción de leche como covariable, la enfermedad, la estación de parto y el grupo de comparación lactación edad como efectos fijos y el rebaño como efecto aleatorio. Para las vacas de segundo parto en adelante se consideraron, además, el efecto fijo número de lactación y el efecto ambiental permanente como aleatorio para tener en cuenta las medidas repetidas. Las pérdidas económicas se calcularon teniendo en cuenta un precio base de 0,32 €/kg de leche y una bonificación por grasa y proteína de 2,4c €/décima y 3,0 c €/décima, respectivamente. Para calcular el coste de producir 1 kg de ECM se asumió que la pérdida de producción va acompañada de una pérdida de ingesta de la energía necesaria para producir dicho kilo leche. Para estimar las necesidades energéticas de producir un kilo de leche a un porcentaje de grasa y un porcentaje de proteína determinados se siguieron las pautas del INRA (Wilmink, 1988). El coste considerado de la unidad forrajera para producir leche es de 0,26 €/UFL.

Tabla 3. Estimación de las pérdidas en producción de leche a 68 días debidas a 5 patologías en vacas de primera lactación y segunda o posteriores.

	Vacas en primer parto		Vacas adultas	
	ECM68 (kg/d)	**Porcentaje[1]**	**ECM68 (kg/d)**	**Porcentaje[1]**
Desplazamiento de abomaso	-3,35	-11	-7,73	-19
Mamitis clínica	-1,15	-4	-1,42	-3
Metritis	-1,53	-5	-1,72	-4
Retención de placenta	-2,16	-7	-2,20	-5
Cetosis clínica	-1,07[ns.]	-4 [n.s.]	-1,07[n.s.]	-3 [n.s.]

[n.s.] Estadísticamente no significativo

[1] Respecto a la media de producción de vacas sanas

El desplazamiento de abomaso fue la patología que más afectó a la producción tanto en vacas primíparas como multíparas respecto a las sanas (entre 11% y 19%), seguido de retención de placenta (entre 5% y 7%), metritis (entre 4% y 5%) y mamitis (entre 3% y 6%). La cetosis clínica no ha resultado estadísticamente significativa para ninguna lactación.

En el grafico 5 se muestra el coste medio de las pérdidas de producción ocasionado por las patologías estudiadas. Teniendo en cuenta que el beneficio neto medio de 1 kilo de ECM fue de 0,22 €/kg, el coste medio de las pérdidas de producción acumulada a 68 días estadísticamente significativas estuvo comprendido entre 16 €/vaca y 105 €/vaca.

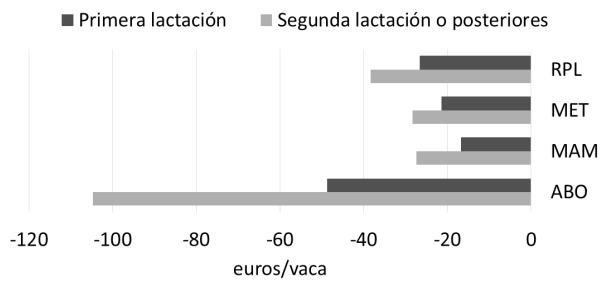


Grafico 5. Coste económico medio de las pérdidas de producción a 68 días debido a desplazamiento de abomaso (ABO), mamitis (MAM), metritis (MET), y retención de placenta (RPL).

Parámetros genéticos de las patologías post parto:

Se calcularon las heredabilidades y las correlaciones genéticas entre 8 patologías. Las estimas varían entre 1 y 8,5%, para fiebre de la leche y cetosis clínica, respectivamente (tabla 4). Las patologías más heredables son cetosis clínica y cetosis subclínica. Las correlaciones más altas se encontraron entre cetosis clínica y desplazamiento de abomaso (0,74), y entre cetosis clínica y metritis (0,60). Aunque las estimaciones de heredabilidad son bajas, los resultados sugieren que los rasgos de salud podrían ser evaluados genéticamente e incluidos en un índice de mérito neto para seleccionar animales con potencial genético para reducir la incidencia de enfermedades, aumentar la eficiencia productiva y garantizar un mejor bienestar animal.

Tabla 4. Estimas de heredabilidad de las distintas patologías

Patologías	Heredabilidad
Fiebre de la leche	1%
Desplazamiento de abomaso	5%
Cetosis clínica	8,5%
Mamitis clínica	3,5%
Metritis	2,4%
Retención de placenta	2,8%
Cojeras	2,7%
Cetosis subclínica	6,6%

Conclusiones:

El proyecto I-SA ha dado grandes pasos en sus tres primeros años de puesta en marcha. El número de ganaderías ha aumentado por encima de nuestras perspectivas, y el número de animales controlados es más que suficiente para empezar a realizar estudios genéticos y genómicos. Los primeros resultados, tanto de incidencias por lactación, como de estimas de pérdidas de leche debidas a cada patología durante los primeros 68 días post parto como las estimas de parámetros genéticos muestran consonancia con las referencias bibliográficas.

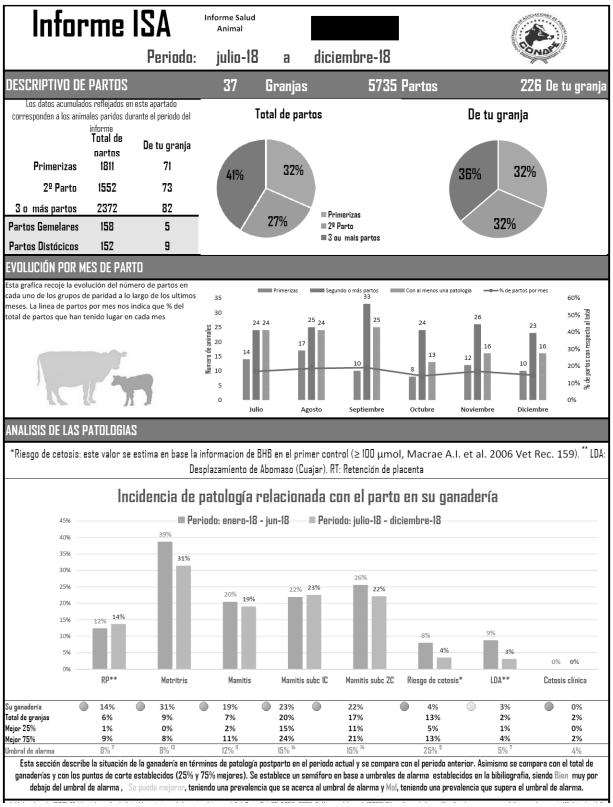


Gráfico 4. Ejemplo del informe que se envía al ganadero.

Agradecimientos:

Los autores agradecen a todos los ganaderos y los veterinarios que colaboran con el programa y a AFRICOR LUGO por toda la información aportada a la base de datos. Por otro lado, agradecen la colaboración de ELANCO en elaborar el informe de manejo, especialmente a sus técnicos Juan Cainzos y Marcello Guadagnini.

OPTIMIZACIÓN DE LA MÁQUINA DE ORDEÑO PARA LA SALUD Y EL BIENESTAR

T. Greenham

Resumen

El ordeño a máquina ha revolucionado la industria láctea mundial al aumentar la eficiencia de la recogida de leche. La máquina de ordeño ha evolucionado mucho desde los primeros desarrollos mecánicos, con muchos diseños diferentes en la actualidad, pero casi todos los sistemas funcionan imitando el mecanismo de succión del ternero. Cuando el ternero bebe de la vaca, sella sus labios alrededor de la ubre y agranda su cavidad bucal para generar un vacío y extraer la leche. Cuando la ternera traga, reduce el volumen de la cavidad bucal y presiona la lengua hacia arriba contra el paladar, reduciendo así el vacío y aplicando presión positiva a la ubre. Este proceso es replicado por la máquina de ordeño, con una bomba generadora de vacío para extraer la leche de la ubre y un sistema de pulsación que se combina con una pezonera móvil para generar períodos regulares e intermitentes de vacío de baja intensidad y masaje de la ubre permitiendo el cierre de la pezonera.

El nivel de vacío, los tiempos de pulsación y las propiedades de la pezonera han sido desarrollados, en gran parte por ensayo y error, para dar rangos de operación que son aceptados como "apropiados" para las vacas lecheras. Estos parámetros se han establecido como objetivos internacionales estándar en documentos como ISO 6690 y se utilizan en las "pruebas estáticas" de las máquinas de ordeño durante su mantenimiento rutinario. Sin embargo, existen dos limitaciones principales con estos objetivos de rendimiento convencionales: en primer lugar, no miden el rendimiento de la máquina en una situación de "mundo real"; en segundo lugar, no tienen plenamente en cuenta el impacto que la anatomía y la fisiología de la vaca pueden tener en el rendimiento de la máquina. Como tal, uno se puede encontrar con que la misma máquina funciona de manera muy diferente durante una prueba de tiempo de ordeño que en la prueba estática; y una máquina que funciona bien con un rebaño de vacas puede funcionar mal con un grupo diferente de animales.

Para optimizar el rendimiento de la máquina de ordeño, es esencial analizar la relación entre la máquina, las vacas y el entorno. El rendimiento de la máquina de ordeño se ve afectado por la anatomía y fisiología de las vacas que son ordeñadas. La fisiología de las vacas se ve afectada directamente por el entorno, especialmente por las cualidades del personal de ordeño. Por lo tanto, es necesario considerar las tres áreas para asegurar un rendimiento óptimo del ordeño. El resultado de esta relación puede evaluarse a fondo utilizando la prueba de tiempo de ordeño para analizar la dinámica del vacío a nivel de la ubre. Esto permite el diagnóstico de la mala estimulación de la bajada de la leche, el ordeño excesivo, el mal ajuste de las pezoneras, los niveles inapropiados de vacío y pulsación y da respuestas que son directamente relevantes para las vacas de ese rebaño en particular. Los datos de las pruebas de tiempo de ordeño han llevado al desarrollo de nuevas recomendaciones basadas en parámetros de vacío a nivel de vaca.

La prueba de tiempo de ordeño nos permiten asegurarnos de que la vaca sea ordeñada rápida y suavemente, mediante el establecimiento de un sistema de vacío adecuado, la programación de tiempos de pulsación eficientes, la elección de una pezonera adecuada, la retirada rápida de la unidad al final del ordeño y promoviendo la bajada consistente y completa de leche de la ubre. Esta optimización reduce la incidencia del edema de la ubre y la hiperqueratosis del extremo del pezón, reduciendo las fuerzas traumáticas sobre el pezón y la duración del ordeño, disminuyendo así la cantidad de tiempo que la ubre está expuesta a la máquina. También conduce a un ordeño más cómodo para la vaca, mejorando el movimiento de entrada de la vaca a la sala de ordeño y dando lugar a una mejor experiencia tanto para las vacas como para el personal de ordeño.

ENGLISH VERSION

OPTIMISING THE MILKING MACHINE FOR HEALTH AND WELFARE

T. Greenham.

Abstract

Machine milking has revolutionised the global dairy industry by increasing the efficiency of milk harvest. The milking machine has evolved greatly since early mechanical developments, with many different designs now in existence, but almost all systems work by approximately imitating the calf's suckling mechanism. When the calf drinks from the cow, it seals its lips around the teat and enlarges its buccal cavity to generate a vacuum and draw milk from the teat. When the calf swallows, it reduces the volume of the buccal cavity and presses the tongue upwards against the palate, thus reducing the vacuum and applying positive pressure to the teat. This process is replicated by the milking machine, with a pump generating vacuum to draw milk from the teat and a pulsation system combining with a moveable liner to give regular, intermittent periods of low vacuum and teat massage by allowing closure of the liner.

The vacuum level, pulsation timings and liner properties have been developed, largely by trial and error, to give operating ranges that are accepted as 'appropriate' for dairy cows. These parameters have been set out as standard international targets in documents such as ISO 6690 and are used in the 'static testing' of milking machines at their routine service. However, there are two main limitations with these conventional performance targets: firstly, they do not measure the machine's performance in the 'real world' situation; secondly, they do not fully account for the impact that the anatomy and physiology of the cow can have on machine performance. As such, the same machine can be found to perform very differently during a milking time test than it did in the static test; and a machine that performs well with one herd of cows may perform badly with a different group of animals.

To optimise the performance of the milking machine, it is essential to analyse the relationship between the machine, the cows and the environment. Milking machine performance is affected by the anatomy and physiology of the cows being milked. The cows' physiology is directly affected by the environment, especially the traits of the milking staff. Therefore, all three areas need to be considered to ensure optimal milking performance. The result of this relationship can be thoroughly evaluated using

milking time testing to analyse the vacuum dynamics at teat level. This allows diagnosis of poor stimulation of milk let down, overmilking, poor fitting liners, inappropriate vacuum and pulsation levels and gives answers that are directly relevant to the cows in that herd. Data from milking time testing has led to the development of new recommendations based on parameters of vacuum at cow level.

Milking time testing allows us to ensure the cow is milked both quickly and gently, by setting an appropriate system vacuum, programming efficient pulsation timings, choosing a suitable liner, removing the unit quickly at the end of milking and promoting consistent and thorough milk let down from the udder. This optimisation reduces the incidence of teat oedema and teat end hyperkeratosis, both by reducing traumatic forces on the teat and reducing the milking duration, thus reducing the amount of time the teat is exposed to the machine. It also leads to a more comfortable milking for the cow, improving cow flow in to the milking parlour and leading to a better experience for both cows and milking staff.

¿DEBEMOS CONSIDERAR LOS ÍNDICES DE FERTILIDAD EN LA GESTIÓN DE LA SALUD DE LA UBRE?

Pinho, L.[1,2], Fraga, C.[3], Carvalheira, J.[2]

1 SVA- Serviços Veterinários Associados, Portugal
2 Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar, Universidad de Porto, Portugal
3 Monte Trigo, Portugal

Influencia de la mastitis en el rendimiento reproductivo

En los últimos años, diferentes autores han estudiado la relación entre la mastitis, ya sea clínica o subclínica, y el peor rendimiento reproductivo de las vacas lecheras (Lavon *et al.*, 2016).

Tabla 1. Influencia de la mastitis en algunos indicadores clave de rendimiento

	Mastitis clínica	Mastitis subclínica
Intervalo Parto-Concepción	A, B, C, I, L	J
Días abiertos	D, E	D
Días de la primera inseminación	A, B, D, I, L	D, J
Número de servicios por concepción	C, D, E, I, L	D, J
Tasa de concepción en el primer servicio	F	F
Pérdida de Gestación	E, K	J
Tasa de gestación	G	G
Cambios en el ciclo estral	H	-

Leyenda: Barker *et al.* (1998)

[B]Nava-Trujillo, Soto-Belloso y Hoet (2010)

[C]Ahmadzadeh *et al.* (2009).

[D]Schrick *et al.* (2001)

[E]Santos *et al.* (2004)

[F]Fuenzalida *et al.* (2015)[G]Lavon, Ezra, Leitner y Wolfenson (2011a)

[H]Moore *et al.* (1991);IChegini, Hossein-Zadeh, Hosseini-Moghadam y Mhadparvar (2016); JPinedo *et al.* (2009);

[KChebel] *et al.* (2004);

[LGunay]& Gunay (2008).

Indicadores reproductivos influenciados por la mastitis

Tasa de gestación

El alto recuento de células somáticas cerca de la fecha de la inseminación artificial (IA) se asocia con una reducción significativa de la tasa de gestación. La reducción en la tasa de gestación podría ser del 26% si el CCS es superior a 399.000 células/ml, en los primeros 31 días después de la IA, y para el CCS entre 200.000 células/ml y 399.000 células/ml, hay una reducción del 18% (Hudson *et al.*, 2012).

Tasa de concepción

Lavon *et al.* (2011a) evaluó el efecto de la mastitis, determinada por el patrón del CCS, en la tasa de concepción. Los animales se dividieron en tres grupos, según la evolución de la infección: CCS alto antes y después de la IA; CCS alto después de la IA y CCS alto antes de la IA. En todos los grupos evaluados, se registró una tasa de concepción más baja en comparación con el grupo sano.

Intervalo parto-concepción, días de primer servicio y número de servicios por concepción

Pinedo *et al.* (2009) estudiaron el efecto del alto CCS en el rendimiento reproductivo de las vacas lecheras. En ese estudio, todos los animales con *puntuación lineal* (LS) superior a 4,5, tuvieron un aumento en el intervalo parto-concepción (ICC) de 48,7 días, el primer servicio se retrasó 21,8 días y los servicios por concepción fueron 0,48 más altos, en comparación con las vacas sanas,

Dos o más casos de mastitis tienen un mayor impacto en el ICC y en el número de servicios por Concepción, que un solo caso de mastitis (Vacek *et al.*, 2007).

Impacto etiológico

Varios autores afirman que la mastitis causada por Gram-negativo o Gram-positivo influye en el rendimiento reproductivo de las vacas (Barker *et al.*, 1998; Schrick *et al.*, 2001; Santos *et al.*, 2004; Roth & Wolfenson, 2016). El tipo de respuesta inmune debida a diferentes agentes etiológicos está relacionado con las diferencias observadas en el desempeño reproductivo. De hecho, las bacterias Gram negativas provocan una respuesta inmunitaria al activar los leucocitos y liberar citoquinas proinflamatorias de manera similar a las infecciones bacterianas Gram-positivas, pero de una manera más rápida y fuerte que estas últimas (Schukken *et al.*, 2011; Analkip *et al.*, 2014). Se ha informado de que esta respuesta inmunitaria afecta a la fertilidad en diferentes partes del ciclo reproductivo: cambios en el ciclo del celo (Moore *et al.*, 1991), cambios en el desarrollo folicular (Barker *et al.*, 1998; Lavon *et al.*, 2008) y cambios en la maduración de los ovocitos y durante el desarrollo embrionario temprano (Soto *et al.*, 2003).

Piotrowska-Tomala *et al.* (2015), observaron que la inducción de la mastitis por agentes Gram negativos estimula la liberación de PGF2α. De manera similar, Giri *et al.* (1990) observaron un aumento en la concentración de PGF2α en animales que recibieron infusiones intravenosas de endotoxinas *E.coli.* Por lo tanto, la luteólisis prematura ocurre después del aumento de la mastitis clínica. En los casos de mastitis Gram-negativa, la probabilidad de que el ciclo inter estro tuviera una duración anormal era dos veces mayor que la de las vacas sanas (Moore *et al.*, 1991). Cuando la mastitis ocurre antes de la IA, la luteólisis conduce a bajas concentraciones de progesterona y, por lo tanto, al desarrollo de ovocitos y folículos anormales (Austin et al, 1999). Asimismo, cuando el episodio de mastitis ocurre después del IA, la disminución de la progesterona y el aumento de PGF2α, aumenta el riesgo de aborto en el primer trimestre (Mann & Lamming, 2001; Hockett *et al.*, 1998; Giri *et al.*, 1990). En cuanto a la influencia de la mastitis coliforme clínica en el eje hipotálamo-hipófisis, se ha descrito una disminución de la liberación de GnRH, un aumento de las concentraciones de IL-1 y, por tanto, una reducción de los receptores de LH, lo que compromete la maduración de los ovocitos y la tasa de supervivencia (Barker *et al.*, 1998; Soto *et al.* 2003).

La mastitis subclínica, debido a su naturaleza crónica, puede estar involucrada en el desarrollo folicular, impactando así el

resultado reproductivo (Lavon *et al.*, 2011). Si la infección se produce al inicio de la lactancia, produce el mismo efecto que las causadas por la mastitis clínica, y si va seguida de un episodio clínico, el efecto negativo en el rendimiento reproductivo es más grave (Schrick *et al.*, 2001). Este efecto se cuantificó en un 25% para la mastitis subclínica y en un 33% para la mastitis clínica al evaluar un periodo alrededor del IA (3 días antes a 32 días después) (Fuenzalida *et al.*, 2015)

Períodos críticos de deterioro reproductivo

El período en que se produce la mastitis determina su impacto en la fertilidad (Fuenzalida *et al.*, 2015; Roth & Wolfenson, 2016; Kumar *et al.*, 2017).

Los animales con mastitis antes del IA, tuvieron días más altos en el primer servicio, un intervalo mayor desde el parto hasta la concepción y más servicios por concepción (Barker *et al.*, 1998; Schrick *et al.*, 2001; Santos *et al.*,2004; Gunay & Gunay, 2008; Pinedo *et al.*, 2009; Nava-Trujillo *et al.*, 2010).

Asimismo, si el episodio de mastitis ocurre en el período entre el IA y el diagnóstico de gestación, el efecto en la fertilidad se expresa por el mayor número de servicios por concepción y días abiertos (Barker *et al.*, 1998; Schrick *et al.*, 2001; Santos *et al.*, 2004; Ahmadzadeh *et al.*, 2008; Gunay & Gunay, 2008). Además, se asocia a menores probabilidades de concepción en el primer servicio y a una tasa de concepción general, así como a una mayor incidencia de abortos (Fuenzalida *et al.*, 2015; Pinedo *et al.*, 2009; Chebel *et al.*, 2004; Santos *et al.*, 2004).

Aunque el impacto de la mastitis en la fertilidad disminuye a medida que avanza la gestación, los episodios clínicos después del diagnóstico de embarazo se asociaron con pérdidas de la gestación (Santos *et al.*, 2004; Pinedo *et al.*, 2009; Ruegg *et al.*, 2015).

Estrategias para reducir el impacto de la mastitis en la fertilidad

La eficiencia reproductiva es uno de los principales factores relacionados con la rentabilidad económica de una granja lechera. La mastitis tiene un impacto negativo en el rendimiento reproductivo del ganado lechero. Por lo tanto, es importante que los productores de leche comprendan el impacto de la enfermedad en la fertilidad, a fin de implementar medidas para reducir el impacto de las infecciones intramamarias.

Las herramientas que ayudan en la prevención de la mastitis como la higiene del ordeño, las soluciones de lavado previo y posterior, la bioseguridad en la sala de ordeño, la correcta terapia de vaca seca, la vacunación, la nutrición adecuada y las buenas condiciones de alojamiento, tienen un efecto positivo en la relación descrita. Además, el uso correcto y la mejora constante de los protocolos reproductivos son útiles para reducir el impacto de la enfermedad. Lavon *et al.* (2016) mostraron que las tasas de concepción eran similares entre los animales infectados subclínicos y el grupo sano cuando se utilizaban protocolos de *Ovsynch* , en contraste con lo que se describió anteriormente debido a ovulaciones retrasadas (Lavon *et al.*, 2011).

El enfoque del tratamiento en la mastitis clínica fue estudiado por McDougall *et al.* (2016), demostrando que el uso de un medicamento antiinflamatorio no esteroide, mejoró el rendimiento reproductivo de las vacas lecheras. Las vacas en el grupo de tratamiento tuvieron una mayor probabilidad de tasa de concepción en el primer servicio, menos servicios por concepción y una mayor proporción de vacas preñadas a los 120 días de leche.

1. Factores de confusión en la relación entre la mastitis y la fertilidad

Uno de los mayores problemas a la hora de estudiar la influencia de la mastitis en la fertilidad, es la posibilidad de que otros factores interfieran simultáneamente con esta relación, tales como altos rendimientos y otras enfermedades. Sin embargo, recientemente se demostró que, a pesar de las diferentes condiciones a las que fueron sometidos los animales, el impacto de la mastitis en el desempeño reproductivo fue significativo independientemente de las variables (Kumar *et al.*, 2017).

El efecto de la mastitis en la fertilidad fue aditivo para la aparición de otras enfermedades (Ahmadzadeh *et al.* 2009).

Al comparar la paridad, varios estudios han demostrado que el impacto de la enfermedad es más pronunciado en las vacas de primera lactancia que en las multíparas (Nava-Trujillo *et al.* 2010; Chegini *et al.* 2016). Otros factores que interfieren en esta relación son el balance energético negativo y la inmunosupresión, a menudo concomitantes con la mastitis (Butler, 2003; Trevisi *et al.*, 2011; Sepúlveda-Varas *et al.*, 2016)

2. Ejemplos prácticos de la influencia de la mastitis en los índices reproductivos

A través del análisis de una base de datos portuguesa, en la que se disponía de datos de registro de la leche de 9 explotaciones lecheras nacionales, introducida entre 1996 y 2016, se analizó la relación entre el recuento de células somáticas y el intervalo entre el parto y la concepción en más de 23 500 vacas. Los resultados obtenidos mostraron que, a medida que aumenta el recuento de células somáticas, aumenta el intervalo entre el parto y la concepción. Estos resultados fueron estadísticamente significativos y más pronunciados en la segunda lactancia. Además, se observó que, con el aumento del número de episodios de mastitis, en los que los recuentos de células somáticas estaban por encima del umbral considerado entre infectados y sanos, el intervalo entre la lactancia y la concepción aumentó progresivamente 28,7 días para la primera lactancia y 27,9 días para la segunda. Estos resultados apoyan la existencia de una relación entre la cronicidad de los episodios y la fertilidad (Fraga *et al.*, 2017).

En un estudio de campo de una vacuna contra la mastitis aplicada durante el período seco en un rebaño de 450 vacas lecheras, la reducción del CCS en el grupo vacunado fue acompañada por un aumento subsiguiente en la producción de leche, menos casos de mastitis clínica y un intervalo de 10 días más corto desde el parto hasta la concepción en comparación con el grupo control (Pinho *et al.*, 2016).

La implementación de un programa de salud de la ubre en una granja lechera bien gestionada desde finales de 2016 hasta 2018 resultó en una mejora de los parámetros de calidad de la leche y, aunque no se controló la relación con los índices reproductivos, hubo una evolución positiva de estos últimos indicadores (SVA, comunicación personal, 2019)

Tabla 2. Evolución de los indicadores clave de la salud y fertilidad de la ubre en una granja lechera bajo un programa de salud de la ubre

Indicador clave	2017	2018
CCS	172	116
Tasa de Mastitis	53%	12%
Parto - 1ª IA	76,7	71,6
Parto - Concepción	136	124
Servicios/Concepción	4,11	3,66
Tasa global de ovulación	27%	34%
1ª tasa de concepción de IA	26%	39%
Tasa de gestación	10%	12%

Conclusiones

El impacto de la mastitis en el rendimiento reproductivo del ganado lechero ha sido estudiado a lo largo de los últimos años por varios autores. Los animales afectados por la mastitis clínica o subclínica tienen peores índices reproductivos, como días de puertas abiertas más altos, días en la leche en el primer servicio, servicios por concepción, menor tasa de embarazo en el primer servicio y mayores pérdidas de gestación. El período en el que se produce la mastitis es determinante para el resultado, y el período inmediatamente anterior y posterior a la IA es el que causa el mayor impacto. Es importante entender la relación entre la enfermedad y la fertilidad, para poder desarrollar herramientas que reduzcan el impacto de la mastitis. El uso de indicadores clave de rendimiento para la fertilidad en los programas de salud de la ubre permitirá y facilitará la participación de los productores de leche. Además, este conocimiento ayudará a determinar el impacto de la enfermedad y el retorno de la inversión de las medidas implementadas en los programas de salud de la ubre.

Bibliografía

En la version inglesa

ENGLISH VERSION ▾

SHOULD WE CONSIDER FERTILITY INDEXES IN UDDER HEALTH MANAGEMENT?

Pinho, L.[1,2], Fraga, C.[3], Carvalheira, J.[2]

[1] SVA- Serviços Veterinários Associados, Portugal

[2] Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar, University of Porto, Portugal

[3] Monte Trigo, Portugal

Influence of mastitis in reproductive performance

In the last years, different authors studied the relationship between mastitis, either clinic or subclinic, with poorer reproductive performance in dairy cows (Lavon *et al.*, 2016).

Table 1. Influence of mastitis in some key performance indicators

	Clinical Mastitis	Subclinical Mastitis
Interval Calving-Conception	A, B, C, I, L	J
Days open	D, E	D
Days at first insemination	A, B, D, I, L	D, J
Number of services per conception	C, D, E, I, L	D, J
Conception rate at first service	F	F
Pregnancy losses	E, K	J
Pregnancy rate	G	G
Estrum cycle changes	H	-

Legenda: [A]Barker *et al.* (1998);

[B]Nava-Trujillo, Soto-Belloso and Hoet (2010);

[C]Ahmadzadeh *et al.* (2009);

[D]Schrick *et al.* (2001);

[E]Santos *et al.* (2004);

[F]Fuenzalida *et al.* (2015);

[G]Lavon, Ezra, Leitner and Wolfenson (2011a);

[H]Moore *et al.* (1991);

[I]Chegini, Hossein-Zadeh, Hosseini-Moghadam and Mhadparvar (2016);

[J]Pinedo *et al.* (2009);

[K]Chebel *et al.* (2004);

[L]Gunay & Gunay (2008).

Reproductive indicators influenced by mastitis

Pregnancy rate

High somatic cell count close to artificial insemination (AI) date are associated with significant reduction of pregnancy rate. The reduction in the pregnancy rate might be 26% if the SCC is above 399.000 cells/ml, on the first 31 days after AI, and for SCC between 200.000 cells/ml and 399.000 cells/ml, there is a reduction of 18% (Hudson *et al.*, 2012).

Conception rate

Lavon *et al.* (2011a) evaluated the effect of mastitis, determined by the SCC pattern, in the Conception rate. The animals were divided in three groups, according to the infection evolution: high SCC before and after AI; high SCC after AI and high SCC before AI. In all tested groups, a lower conception rate was registered when compared to the healthy group.

Interval calving-conception, days at first service and number of services per conception

Pinedo *et al.* (2009) studied the effect of high SCC in the reproductive performance of dairy cows. In that study, all animals with *linear score* (LS) above 4.5, had a rise in the interval calving-conception (ICC) of 48.7 days, first service was delayed 21,8 days and services per conception were 0,48 higher, in comparison to the healthy cows,

Two or more cases of mastitis have a higher impact in the ICC and to the number of services per Conception, than a single mastitis case (Vacek *et al.*, 2007).

Etiologic impact

Several authors state that mastitis caused by Gram-negative or Gram-positive influence the reproductive performance of cows (Barker *et al.*, 1998; Schrick *et al.*, 2001; Santos *et al.*, 2004; Roth & Wolfenson, 2016). The type of immune response due to different etiologic agents, is related to the differences observed in the reproductive performance. Indeed, Gram negative bacteria elicit an immune response by activating leucocytes and by releasing pro-inflammatory cytokines similarly to Gram-positive bacterial infections but in a quicker and stronger way than the latter (Schukken *et al.*, 2011; Analkip *et al.*, 2014). This immune response as been reported to affect fertility in different parts of the reproductive cycle: oestrus cycle changes (Moore *et al.*, 1991), changes in the follicular development (Barker *et al.*, 1998; Lavon *et al.*, 2008) and oocyte maturation changes and during the early embryonic development (Soto *et al.*, 2003).

Piotrowska-Tomala *et al.* (2015), observed that the induction of mastitis by Gram negative agents stimulates release of PGF2α. Similar, Giri *et al.* (1990), observed a rise in PGF2α concentration in animals that received intravenous infusions of *E. coli* endotoxins. Therefore, premature luteolysis occurs following PFG2α rise in clinic mastitis. In cases of Gram-negative mastitis, the probability of the inter-oestrus cycle to have an abnormal length was twice higher than the healthy cows (Moore *et al.*, 1991). When the mastitis occurs before the AI, luteolysis leads to low concentrations of progesterone and, thus, to the development of abnormal oocytes and follicles (Austin et al, 1999). Likewise, when the mastitis episode occurs after AI, the decrease in progesterone and rise of PGF2α, increases the risk of abortion in the first trimester (Mann & Lamming, 2001; Hockett *et al.*, 1998; Giri *et al.*,1990). Regarding the influence of clinical coliform mastitis in the hypothalamus-hypophysis axis, it has been described a reduced release of GnRH, a rise in IL-1 concentrations thus reducing the receptors for LH, compromising oocyte maturation and survival rate (Barker *et al.*, 1998; Soto *et al.* 2003).

The subclinical mastitis, due to its chronic nature, may be involved in the follicular development thus impacting the reproductive outcome (Lavon *et al.*, 2011). If the infection occurs at the beginning of the lactation, it renders the same effect to those caused by clinical mastitis, and if it is followed by a clinical episode, the negative effect in the reproductive performance is more severe (Schrick *et al.*, 2001). This effect was quantified as being of 25% for subclinical mastitis and of 33% for clinical mastitis when evaluating a period around the AI (3 days before to 32 days after) (Fuenzalida *et al.*, 2015)

Critical periods of reproductive impairment

The period when mastitis occurs, determines its impact in fertility (Fuenzalida *et al.*, 2015; Roth & Wolfenson, 2016; Kumar *et al.*, 2017).

Animals with mastitis before the AI, had higher days at first service, larger interval from calving to conception and more services per conception (Barker *et al.*, 1998; Schrick *et al.*, 2001; Santos *et al.*, 2004; Gunay & Gunay, 2008; Pinedo *et al.*, 2009; Nava-Trujillo *et al.*, 2010).

Likewise, if the mastitis episode occurs in the period between AI and pregnancy diagnosis, the effect in fertility is expressed by higher number of services per conception and days open (Barker *et al.*, 1998; Schrick *et al.*, 2001; Santos *et al.*, 2004; Ahmadzadeh *et al.*, 2008; Gunay & Gunay, 2008). Moreover, it is associated with lower probabilities of conception at first service and overall conception rate, as well as higher incidence of abortions (Fuenzalida *et al.*, 2015; Pinedo *et al.*, 2009; Chebel *et al.*, 2004; Santos *et al.*, 2004).

Although the impact of mastitis in fertility decreases as the gestation advances, clinical episodes after pregnancy diagnosis were associated with losses of gestation (Santos *et al.*, 2004; Pinedo *et al.*, 2009; Ruegg *et al.*, 2015).

Strategies to reduce the impact of mastitis in fertility

Reproductive efficiency is one of the main factors related to economic rentability of a dairy farm. Mastitis have a negative impact in the reproductive performance of dairy cattle. Therefore, it is important that dairy producers understand the impact of the disease in fertility, in order to implement measures to reduce the impact of intramammary infections.

Tools that help in the prevention of mastitis such as milking hygiene, pre and post dipping solutions, biosecurity in the milking parlour, correct dry-cow therapy, vaccination, adequate nutrition and good housing conditions, have a positive effect in the described relationship. Moreover, correct use and constant improvement in reproductive protocols, are helpful in reducing the impact of the disease. Lavon *et al.* (2016) showed that the conception rates were similar between subclinical infected animals and the healthy group when using *Ovsynch* protocols, contrasting to what was previously described due to delayed ovulations (Lavon *et al.*, 2011).

The treatment approach in clinical mastitis was studied by McDougall *et al.* (2016), showing that use of a Non-Steroidal Anti-Inflammatory drug, improved the reproductive performance of dairy cows. Cows in the treatment group had a higher probability of conception rate at first service, less services per conception and a higher proportion of pregnant cows at 120 days in milk.

Confounding factors in the mastitis-fertility relationship

One of the major issues when studying the influence of mastitis in fertility, is the possibility of other factors to simultaneously interfere with this relationship, such as high yields and other diseases. However, it was recently demonstrated that, despite of different conditions to which animals were subjected, the impact of mastitis in reproductive performance was significant independently of the variables (Kumar *et al.*, 2017).

The effect of mastitis in fertility was additive to the occurrence of other diseases (Ahmadzadeh *et al.* 2009).

When comparing parity, several studies have shown that the impact of the disease is more pronounced in first lactation cows than in multiparous (Nava-Trujillo *et al.* 2010; Chegini *et al.* 2016). Other factors that interfere in this relationship are the negative energy balance and immunosuppression often concomitants to mastitis (Butler, 2003; Trevisi *et al.*, 2011; Sepúlveda-Varas *et al.*, 2016)

Practical examples of the influence of mastitis in reproductive indexes

Through the analysis of a Portuguese database, in which there was access to milk recording data from 9 national dairy farms, introduced from 1996 to 2016, the relationship between the somatic cell count and the calving-to-conception interval was analysed in more than 23 500 cows. The obtained results showed that, as the somatic cell count increases, the calving-to-conception interval increases. These results were statistically significant and more pronounced on the second lactation. Furthermore, it was observed that, with increases in the number of mastitis episodes, in which somatic cell counts were above the

considered threshold between infected and healthy, the calving-to-conception interval progressively increased 28,7 days for the first lactation and 27,9 days for the second. These results support the existence of a relationship between the chronicity of the episodes and fertility (Fraga *et al.*, 2017).

In a field study of a mastitis vaccine applied during the dry period in a 450 dairy cows herd, the reduction of SCC in the vaccinated group was accompanied by a subsequent increase in milk production, less cases of clinical mastitis and a 10 days shorter interval from calving to conception compared to the control group (Pinho *et al.*, 2016).

Implementing an udder health program in a well-managed dairy farm from final 2016 to 2018 resulted in an improvement of milk quality parameters and, although the relationship to reproductive indexes was not controlled, there was a positive evolution of the latter indicators (SVA, personal communication, 2019)

Table 2. Evolution of key indicators of udder health and fertility in a dairy farm under a udder health program

Key indicator	2017	2018
SCC	172	116
Mastitis Rate	53%	12%
Calving- 1st AI	76,7	71,6
Calving- Conception	136	124
Services/Conception	4,11	3,66
Overall conception rate	27%	34%
1st AI conception rate	26%	39%
Pregnancy rate	10%	12%

Conclusions

The impact of mastitis on reproductive performance of dairy cattle has been studied throughout the last years, by several authors. Animals affected by clinical or subclinical mastitis have worse reproductive indexes such as higher open days, days in milk at first service, services per conception, lower pregnancy rate at first service and higher pregnancy losses. The period when mastitis occur is determinant for the outcome, and the period immediately before and after AI is the one that causes the highest impact. It is important to understand the relationship between the disease and fertility, in order to develop tools to reduce the impact of mastitis. Using key performance indicators for fertility in udder health programs will allow and easier engagement of dairy producers. Additionally, this knowledge will help to determine the impact of the disease and the return of investment of the measures implemented in the udder health programs.

References

- Ahmadzadeh A., Frago F., Shafii B., Dalton J.C., Price W.J., McGuire M.A. (2009). Effect of clinical mastitis and other diseases on reproductive performance of Holstein cows. *Animal Reproduction Science*, 112, 273-282.
- Analkip M.E., Quintela-Baluja M., Böhme K., Fernández-No I., Caamaño-Antelo S., Calo-Mata P., Barros-Velásquez J. (2014). The Immunology of Mammary Gland of Dairy Ruminants between Healthy and Inflammatory Conditions. *Journal of Veterinary Medicine,* 1-31.
- Austin E.J., Mihm M., Ryan M.P., Williams D.H., Roche J.F. (1999). Effect of Duration of Dominance of the Ovulatory Follicle on Onset of Estrus and Fertility in Heifers. *Journal of Animal Science,* 77, 2219-2226.
- Barker A.R., Schrick F.N., Lewis M.J., Dowlen H.H., Oliver S.P. (1998). Influence of Clinical Mastitis During Early Lactation on Reproductive Performance of Jersey Cows. *Journal of Dairy Science,* 81, 1285-1290.
- Chebel R.C. (2008). Voluntary waiting period: How soon is too soon, and how late is too late? *Western Dairy News*, 8 (3), 89-90.
- Chegini A., Hossein-Zadeh G.N, Hosseini-Moghadam, H., Shadparvar A.A. (2016). Factors affecting clinical mastitis and effects of clinical mastitis on reproductive performance of Holstein cows *Revue de Médecine Vétérinaire,* 167 (5-6), 145-153.
- Fraga. C, Carvalheira. J, Bexiga. R, Pinho. L, Influência das mastites subclínicas no desempenho reprodutivo de bovinos de leite. Proceedings CPSU, Póvoa do Varzim, 2018
- Fuenzalida M.J., Fricke P.M., Ruegg P.L. (2015). The association between occurrence and severity of subclinical and clinical mastitis on pregnancies per artificial insemination at first service of Holstein cows. *Journal of Dairy Science,* 98 (6), 3791-3805.
- Giri S.N., Emau P., Cullor J.S., Stabenfeldt G.H., Bruss M.L., Bondurant R.H., Osburn B.I. (1990). Effects of endotoxin infusion on circulating levels of eicosanoids, progesterone, cortisol, glucose and lactic acid, and abortion in pregnant cows. *Veterinary Microbiology,* 21, 211–31.
- Gunay A., Gunay U. (2008). Effects of Clinical Mastitis on Reproductive Performance in Holstein Cows. *Acta Veterinaria Brunensis,* 77, 555-560.
- Hockett M.E., Hopkins F.M., Lewis M.J., Saxton A.M., Dowlen H.H., Oliver S.P., Schrick F.N. (2000). Endocrine profiles of dairy cows following experimentally induced clinical mastitis during early lactation. *Animal Reproduction Science,* 58, 241–51.
- Hudson C.D., Bradley A.J., Breen J.E., Green M.J. (2012). Associations between udder health and reproductive performance in United Kingdom dairy cows. *Journal of Dairy Science,* 95 (7), 3683-3697.
- Kumar N., Manimaran A., Kumaresan A., Jeyakumar S., Sreela L., Mooventhan P., Sivaram M. (2017). Comparing the effects of heat stress and mastitis on ovarian function in lactating cows: basic and applied aspects*. Tropical Animal Health and Production*.
- Lavon Y., Leitner G., Goshen T., Braw-Tal R., Jacoby S., Wolfenson D. (2008). Exposure to endotoxin during estrus alters the timing of ovulation and hormonal concentrations in cows. *Theriogenology,* 70, 956-967.
- Lavon Y., Ezra E., Leitner G., Wolfenson D. (2011a). Association of conception rate with pattern and level of somatic cell count elevation relative to time of insemination in dairy cows. *Journal of Dairy Science,* 94, 4538-4545.
- Lavon Y., Leitner G., Moallem U., Klipper E., Voet H., Jacoby S., Glick G., Meidan R., Wolfenson D. (2011b). Immediate and carryover effects of Gram-negative and Grampositive toxin-induced mastitis on follicular function in dairy cows. *Domestic Animal Endocrinology,* 76, 942-95.
- Lavon Y., Leitner G., Klipper E., Moallem U., Meidan R., Wolfenson D. (2011c). Subclinical, chronic intramammary infection lowers steroid concentrations and gene expression in bovine pre-ovulatory follicles. *Domestic Animal Endocrinology,* 40, 98-109.
- Lavon Y., Kaim M., Leitner G., Biran D., Ezra E., Wolfenson D. (2016). Two approaches to improve fertility of subclinical mastitic dairy cows. *Journal of Dairy Science,* 99, 2268-2275.

- Mann G.E., Lamming G.E. (2001). Relationship between maternal endocrine environment, early embryo development and inhibition of the luteolytic mechanism in cows. *Reproduction,* 121, 175-180.
- Moore D.A., Cullor J.S., Bondurant R.H., Sischo W.M. (1991). Preliminary field evidence for the association of clinical mastitis with altered interestrus intervals in dairy cattle. *Theriogenology,* 36 (2), 257-265.
- Nava-Trujillo H., Soto-Belloso E., Hoet A.E. (2010). Effects of clinical mastitis from calving to first service on reproductive performance in dual-purpose cows. *Animal Reproduction Science,* 121, 12-16.
- Pinedo P.J, Melendez P., Villagomez-Cortes J.A., Risco C.A. (2009). Effect of high somatic cell counts on reproductive performance of Chilean dairy cattle. *Journal of Dairy Science,* 92, 1575-1580.
- Pinho, L., Almeida, I., Meireles, P. Case Report of the Utilization of a Polyvalent Vaccine for Mastitis in the Dry Period and the Milk Quality and Fertility outcomes. Proceedings of the 29th World Buiatrics Congress, Dublin, Ireland, 3-8 July 2016, Dublin, Ireland, 680.
- Piotrowska-Tomala K.K., Bah M.M., Jankowska K., Lukasik K., Warmowski P., Galvao A.M., Skarzynski D.J. (2015). Lipopolysaccharides, cytokines, and nitric oxide affect secretion of prostaglandins and leukotrienes by bovine mammary gland during experimentally induced mastitis in vivo and in vitro. *Domestic Animal Endocrinology,* 52, 90-99.
- Roth Z., Wolfenson D. (2016). Comparing the effects of heat stress and mastitis on ovarian function in lactating cows: basic and applied aspects. *Domestic Animal Endocrinology*, 56, S208-S227.
- Ruegg P.L., Fricke P., Fuenzalida M.J. (2015). Impact of mastits on reproductive performance. *UW Milk Quality Monthly Minutes.* Acedido em Dez. 7, 2017, disponível em, http://milkquality.wisc.edu/wp-content/uploads/2015/04/Impact-of-mastitis-onreproductive-performance-RUEGG-Brazil-2015.pdf.
- Santos J.E.P, Cerri R.L.A, Ballou M.A, Higginbotham G.E, Kirk J.H. (2004). Effect of timing of first clinical mastitis occurrence on lactational and reproductive performance of Holstein dairy cows. *Animal Reproduction Science* 80, 31-45.
- Schrick F.N., Hockett M.E., Saxton A.M., Lewis M.J., Dowlen H.H., Oliver S.P. (2001). Influence of Subclinical Mastitis During Early Lactation on Reproductive Parameters. *Journal of Dairy Science,* 84, 1407-1414.
- Schukken Y.H., Günther J., Fitzpatrick J., Fontaine M.C., Goetze L., Holst O., Leigh J., Petzl W., Schuberth HJ., Sipka A., Smith D.G., Quesnell R., Watts J., Yancey R., Zerbe H., Gurjar A., Zadoks R.N., Seyfert H.M.; members of the Pfizer mastitis research consortium. (2011). Host-response patterns of intramammary infections in dairy cows. *Vet. Immunol. Immunopathol*, 144, 270–289.
- Sepúlveda-Varas P., Proudfoot K.L., Weary D.M., Keyserlingk M.A.G. Changes in behaviour of dairy cows with clinical mastitis. *Applied Animal Behaviour Science,* 175, 8–13.
- Soto P., Natzke R.P, Hansen P.J. (2003). Identification of Possible Mediators of Embryonic Mortality Caused by Mastitis: Actions of Lipopolysaccharide, Prostaglandin F2a, and the Nitric Oxide Generator, Sodium Nitroprusside Dihydrate, on Oocyte Maturation and Embryonic Development in Cattle. *American Journal of Reproductive Immunology,* 50, 263-272.
- Vacek M., Stádník L., Štípková M. (2007). Relationships between the incidence of health disorders and the reproduction traits of Holstein cows in the Czech Republic. *Czech Journal of Animal Science, 52 (8), 227-235.*

INDICADORES CLAVE DE RENDIMIENTO DEL ORDEÑO

T. Greenham

Resumen

Aumentar la eficiencia del ordeño es una parte clave para aumentar la rentabilidad general, pero muchas granjas lecheras pasan por alto las mejoras que pueden hacerse en este área del negocio. Cuando se mide la eficiencia del ordeño, podemos observar los indicadores clave de rendimiento (KPI) a distintos niveles: desde la métrica que evalúa el "resultado final" a las medidas de los factores individuales que contribuyen al resultado final.

La meta para los productores lecheros es producir tanta leche como sea posible para la venta, al menor coste posible. Se pueden utilizar varios KPI para medir este "resultado final" del proceso y cada uno es apto para situaciones ligeramente diferentes. La "leche vendida/hora de ordeño' es una buena métrica de la eficiencia de la producción general. Sin embargo, debido a que se efectúa por el tamaño de la sala de ordeño no sirve para comparar granjas con máquinas de ordeño de diferentes tamaños. Para comparar diferentes granjas, una medida más idónea es "leche vendida/unidad de ordeño/hora de ordeño". Pero incluso este KPI tiene que ser utilizado con precaución cuando se comparan las granjas. La 'Sala de ordeño en batería" tendrá una mayor producción de leche/unidad/hora que las máquinas de ordeño 'doble', de manera que necesitamos aplicar diferentes objetivos a las KPI para diferentes diseños de salas de ordeño.

Si una granja no está logrando el 'resultado final' en cuanto a la eficiencia del ordeño, necesitamos investigar los diferentes factores que pueden estar limitando este rendimiento. ¿Será que la máquina de ordeño no está extrayendo la leche rápidamente? ¿Será que el sistema de entrada y salida de la leche en la sala es lento? ¿Es posible que el ordeño sea interrumpido por los animales que arrancan las unidades de ordeño? ¿El personal de ordeño tiene que parar para tratar vacas con mastitis clínica? ¿O quizás se logra la producción de leche en un corto período de tiempo, pero una gran proporción de la leche no puede ser vendida, debido a problemas de calidad? Para encontrar la respuesta podemos utilizar varios KPI para evaluar el rendimiento en estos casos diferentes.

El siguiente 'Nivel' de los KPI que contribuyen al 'resultado final' son los datos que los veterinarios y los agricultores ya revisan periódicamente. El recuento de células somáticas, carga bacteriana de la leche y el nivel de residuos químicos son medidos y declarados rutinariamente. Estos tres aspectos pueden afectar la eficiencia del ordeño reduciendo el volumen de leche que puede venderse legalmente, o reduciendo el precio que se paga por la leche. Estos datos permiten una supervisión fácil, rápida y periódica de algunos aspectos clave que pueden afectar el rendimiento general del ordeño. Sin embargo, si no se alcanzan los objetivos de estos KPI entonces se requieren medidas más detalladas.

Muchas de las máquinas de ordeño tienen medidores de flujo de leche que generan datos útiles a la hora de supervisar la producción de leche. Al observar la 'duración de unidad encendida' media como un porcentaje de la cantidad total de tiempo que la vaca permanece en la sala de ordeño, se puede resaltar si la ineficiencia se puede deber probablemente a la máquina de ordeño o al flujo de vacas que entran y salen de la sala. El 'kg/min' máximo o medio indicará si la máquina de ordeño es capaz de extraer rápidamente la leche de la vaca. Viendo los detalles del flujo de leche durante el ordeño permitirá evaluar la perdida de leche, usando el KPI como flujo de leche a 30-60 segundos como un porcentaje del flujo de leche a 60-120 segundos.

Si se sospecha que la máquina de ordeño es un factor limitante, entonces se pueden utilizar KPI más detallados para evaluar la eficiencia de la recolección de la leche en la ubre. La prueba de tiempo de ordeño del sistema de vacío nos permite medir el vacío del tubo de leche corto para evaluar la velocidad con que la leche es extraída de la vaca, o para detectar el edema de ubre que puede limitar el flujo de leche. Los KPI de la prueba de tiempo de ordeño también identificarán posibles problemas que tienen un efecto negativo en la comodidad de la vaca, reduciendo el flujo de las vacas en el salón. Las métricas como la boquilla de vacío durante el ordeño también indicarán la función de la máquina de ordeño como factor de riesgo para la salud de la ubre. Estas medidas pueden considerarse en el contexto de los KPI de la salud de la ubre, tales como la prevalencia de la hiperqueratosis y la incidencia de edema de ubre, para proporcionar una base sólida que pueden aconsejar cambios en la máquina de ordeño.

ENGLISH VERSION ▾

KEY PERFORMANCE INDICATORS OF MILKING.

T. Greenham

Abstract

Increasing milking efficiency is a key part of increasing overall profitability, but many dairy farms overlook the improvements that can be made in this area of the business. When measuring milking efficiency, we can look at Key Performance Indicators (KPIs) at different levels: ranging from metrics that assess the 'end result' to measures of the individual factors that contribute to the end result.

The goal for dairy producers is to produce as much milk for sale, with as little cost as possible. Measuring this 'end result' of the process can use several KPIs, each being suitable for slightly different situations. 'Milk sold/hour of milking' is a good measure of overall production efficiency. However, because it effected by size of milking parlour it is not useful for comparing farms with different sized milking machines. To benchmark different farms, a more suitable measure is 'milk sold/milking unit/hour of milking'. But even this KPI needs to be used carefully when comparing farms. 'Swing over' milking machines will have a higher milk/unit/hour than 'double-up' milking machines, so we need to apply different targets to KPIs for different designs of milking parlour.

If a farm is not achieving the 'end result' target for milking efficiency, we need to investigate the different factors that may be limiting this performance. Is it that the milking machine is not harvesting milk rapidly? Is it that cow flow in or out of the parlour is slow? Is it that the milking is disrupted by animals kicking off the milking units? Do the milking staff have to stop to treat cows with clinical mastitis? Or perhaps milk harvest is achieved in a short period of time, but a large proportion of the

milk can not be sold due to milk quality problems? To find the answer we can use more KPIs to assess performance in these different areas.

The next 'level' of KPIs that contribute to the 'end result' is the data which vets and farmers already review regularly. Somatic cell count, bacterial load of the milk and level of chemical residues are routinely measured and reported. These three areas can all affect milking efficiency by reducing the volume of milk that can legally be sold, or by reducing the price that is paid for the milk. This data allows quick, easy and regular monitoring of some key areas that can affect overall milking performance. However, if targets are not achieved for these KPIs then more detailed measures are required.

Many milking machines have milk flow meters that generate useful data for monitoring milk harvest. Looking at mean 'unit-on duration' as a percentage of the total amount of time the average cow spends in the parlour can highlight whether the inefficiency is more likely due to the milking machine or cow flow in and out of the parlour. Maximum or mean 'kg/min' will indicate whether the milking machine is capable of rapidly harvesting milk from the cow. Looking at the detail of milk flow during the milking will allow assessment of milk let down, using KPIs such as milk flow at 30-60 seconds as a percentage of milk flow at 60-120 seconds.

If the milking machine is suspected of being a limiting factor, then more detailed KPIs can be used to assess efficiency of milk harvest from the teat. Milking time testing of vacuum dynamics allows us to measure short milk tube vacuum to assess the speed milk is moved away from the cow, or to detect teat oedema that can be limiting milk flow. Milking time test KPIs will also identify potential issues that have a negative effect on cow comfort, reducing cow flow in to the parlour. Metrics such as mouthpiece vacuum during milking will also indicate the role of the milking machine as a risk factor for udder health. These measures can be viewed in the context of KPIs of teat health, such as prevalence of hyperkeratosis and incidence of teat oedema, to give a solid basis for advising on milking machine changes

ÍNDICES DE SALUD DE UBRE: PROYECTO ANEMBE-CONAFE

Vocalía de calidad de leche de ANEMBE y CONAFE

Introducción

La mamitis es uno de los problemas de salud más prevalentes en las ganaderías de vacuno de leche. Tanto la mamitis clínica como la subclínica afectan la calidad de la leche y merma los resultados económicos de las ganaderías.

Las células somáticas son en su mayoría células del sistema inmunológico (80% en los cuartos no infectados, 99% en los cuartos con mamitis). Las células somáticas forman parte del mecanismo de defensa natural e incluyen linfocitos, macrófagos, células polimorfonucleares y algunas células epiteliales. El recuento de células somáticas, o un parámetro derivado de este recuento, se utiliza a menudo para distinguir entre los animales infectados y los no infectados. Existe una relación directa entre el estado de la infección y la respuesta inflamatoria a esta infección, medida por un aumento en el recuento celular.

Muchos programas de calidad de leche se basan en la información de recuento de células somáticas facilitada por el control lechero para reducir la incidencia de las infecciones mamarias con bastante éxito. Los índices calculados a partir de datos de recuento celular a nivel de cada control y utilizados por los técnicos de calidad de leche pueden ser diferentes. El método de cálculo de los índices puede diferir entre algunos Veterinarios, lo que dificultaría las comparaciones y limitaría las ventajas del Benchmarking.

El grupo de trabajo sobre calidad de leche de ANEMBE y CONAFE llevan desde el 2017 trabajando en una unificación de dichos índices y el objetivo de este trabajo es presentar la lista de índices seleccionados, la forma de calcularlos y como acceder a ellos a través del servicio de información online que pone CONAFE a disposición del ganadero y de su técnico de calidad de leche.

1. Índices de calidad de leche

Se han definido 13 índices de calidad de leche, 4 son calculados sobre la información del último control, 4 relativos a la comparación de dos controles consecutivos y 5 son relativos al periodo de secado y se calculan sobre el último control del secado y el primer control después del parto.

1.1. Índices calculados sobre la información del ultimo control

Son índices calculados sobre información recogida en último control disponible.

- ***Porcentaje de controles inferiores a 200,000:***

[Número de vacas con RCS<200,000 en el último control] / [Numero de animales en el último control]

- Porcentaje de controles de primerizas inferiores a 100,000:

[Numero vacas en Primer parto con RCS<100,000 en el último control]/[Numero de vacas en primer parto en el último control]

- Media de recuento de células somáticas:

[Suma de RCS en el último control] / [Numero de animales en el último control]

- Media de LS:

[Suma de LS] / [Numero de animales en el último control]

Siendo, LS= $(\log_2(RCS/100)+3)$

1.2. Índices relativos a dos controles consecutivos

Son índices que se calculan comparando la información disponible en dos controles consecutivos que suelen ser el último y el penúltimo control.

- Riesgo de nueva infección:

[Vacas con RCS>=200,000 en el ultimo control y <200,000 en el penúltimo control]/[Vacas presentes en el último control y con RCS<200,000 en penúltimo control]

- Riesgo de curación:

[Vacas con RCS<200,000 en el último control y RCS >=200,000 en el penúltimo control] / [Vacas presente en el último control y con RCS>=200,000 en el penúltimo control]

- Porcentaje de vacas sanas:

[Vacas con RCS<200,000 en los dos últimos controles] / [Vacas presentes en los dos últimos controles]

- Porcentaje de vacas crónicas:

[Vacas con RCS>=200,000 en los dos últimos controles] / [Vacas presentes en los dos últimos controles]

1.3. Índices calculados sobre controles de secado

Son índices calculados sobre las vacas recién paridas y que estén en su primer control después del parto en el último control disponible

- Riesgo de nueva infección al secado:

[Vacas con RCS<200,000 en el control del secado y RCS>=200,000 en el primer control después del parto] / [Vacas con RCS<200,000 en el control del secado y presentes en el último control]

-Riesgo de curación al secado:

[Vacas con RCS>=200,000 en control del secado y RCS<200,000 en el primer control] / [Vacas con RCS>=200,000 en el control del secado y presentes en el último control en su primer control después del parto y con dato de RCS]

- Riesgo de curación al secado corregido:

La definición anterior del riesgo de curación en el secado incluye algunas vacas que se han curado durante el secado pero se han vuelto a infectar. Por eso se propone utilizar la siguiente fórmula para calcular el riesgo de curación al secado corregido:

[Vacas con RCS>=200,000 en el control del secado y RCS<200,000 en el primer control después del parto / (1-Riesgo de nueva infección al secado)] / [(Vacas con RCS>=200,000 en control del secado y RCS<200,000 en primer control después del parto) + (Vacas con RCS>=200,000 en el control de secado y RCS>=200,000 en el primer control)]

- Porcentaje de primer control de primerizas inferior a 100,000

[Vacas en primer parto con RCS<100,000 en su primer control] / [Vacas en primer parto en su primer control]

- Porcentaje de primer control de vacas adultas inferior a 200,000

[Vacas adultas (Segundo parto o más) con RCS<200,000 en primer control] / [Vacas adultas en su primer control]

2. Datos del Control Lechero:

Cada mes se controla más de 350000 vacas en más de 5500 rebaños (ver tabla 1). Los datos suelen estar a disposición del ganadero en un intervalo de 2 a 7 días dependiendo la comunidad autónoma. Hasta ahora la información se incorpora a la base de datos nacional de controles cada 2 meses, pero para que estos índices sean de utilidad tanto para el ganadero como para el técnico de calidad de leche, se ha cambiado la frecuencia y los datos se incorporan cada mes para poder hacer los cálculos de forma mensual.

Tabla 1. Número medio de ganaderías y de vacas en control en el último año

C.C. Autónomas	Ganaderías	Vacas en control
ANDALUCIA	151	19866
BALEARES	142	6734
CATALUÑA	266	36670
VALENCIA	5	2250
MADRID	19	3020
GALICIA	2768	150872
CANTABRIA	710	33163
CASTILLA Y LEON	282	32216
CASTILLA LA MANCHA	79	10123
NAVARRA	103	12083
ARAGON	10	5163
ASTURIAS	864	37447
PAIS VASCO	238	13285
CONAFE	**5637**	**362892**

3. Presentación de los índices

La tabla 2 muestra las medias de los 4 índices calculados sobre el último control junto con los 4 índices establecidos comparando los dos últimos controles consecutivos a nivel de cada comunidad autónoma y a nivel nacional. La tabla 3 muestra las medias de los índices calculados sobre el periodo de secado.

Los gráficos 1 y 2 muestran la evolución de los distintos índices calculados a nivel nacional a lo largo del último año.

Las tablas 4 y 5 muestran cómo se presentan los índices de cada mes de una ganadería determinada y como se comparan con los datos de su comunidad autónoma y la media nacional.

A retener

Estos índices serán en breve accesibles de forma online en el portal de información de datos de CONAFE SINBAD, al cual tanto el ganadero como el veterinario podría acceder mediante un usuario y una contraseña. Los datos medios de cada comunidad autónoma y los índices medios que corresponden a todas las ganaderías que estén en CONAFE se podrán consultar de forma abierta.

Estos índices están sujetos a una continua revisión por parte de los veterinarios para ir evolucionando y mejorando los datos para el ganadero. Por ello, contamos con la colaboración de todos vosotros para desarrollar este proyecto. Abiertos a la elaboración y a la aportación de nuevas ideas.

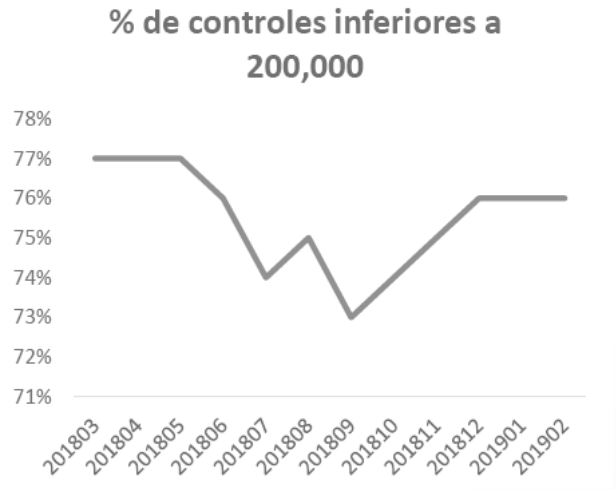
Tabla 2. Medias por autonomía de los índices calculados entre dos controles consecutivos

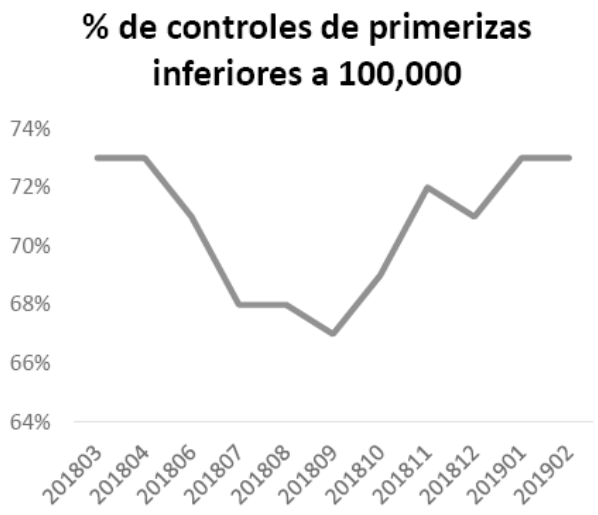
AUTONOMIAS	% controles <200,000	% controles en primer parto <100,000	Media RCS	Media LS	Riesgo nueva infección	Riesgo curación	% vacas sanas	% vacas crónicas
ANDALUCIA	74,0%	67,0%	310	2,91	0,12	0,32	65,0%	16,0%
BALEARES	72,0%	66,0%	301	2,92	0,12	0,27	64,0%	17,0%
CATALUÑA	76,0%	72,0%	307	2,79	0,12	0,33	66,0%	15,0%
VALENCIA	79,0%	69,0%	230	2,65	0,13	0,47	69,0%	10,0%
MADRID	71,0%	67,0%	365	3,10	0,16	0,35	60,0%	17,0%
GALICIA	76,0%	72,0%	275	2,75	0,10	0,30	69,0%	14,0%
CANTABRIA	76,0%	69,0%	281	2,80	0,12	0,34	66,0%	14,0%
CASTILLA Y LEON	76,0%	71,0%	302	2,71	0,12	0,36	67,0%	14,0%
CASTILLA LA MANCHA	74,0%	69,0%	303	2,86	0,13	0,35	65,0%	15,0%
NAVARRA	78,0%	73,0%	286	2,73	0,13	0,37	66,0%	14,0%
ARAGON	80,0%	76,0%	246	2,45	0,12	0,48	72,0%	9,0%
ASTURIAS	75,0%	71,0%	280	2,70	0,11	0,30	67,0%	14,0%
PAIS VASCO	77,0%	71,0%	274	2,68	0,12	0,34	67,0%	14,0%
CONAFE	76,0%	71,0%	286	2,76	0,11	0,32	67,0%	14,0%

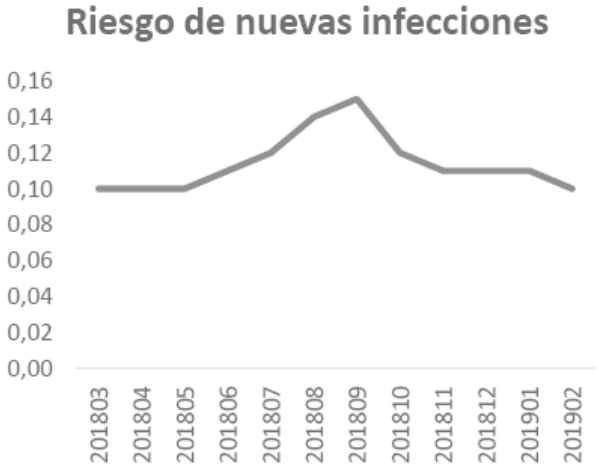
Tabla 3. Medias por autonomía de los índices calculados sobre el periodo del secado

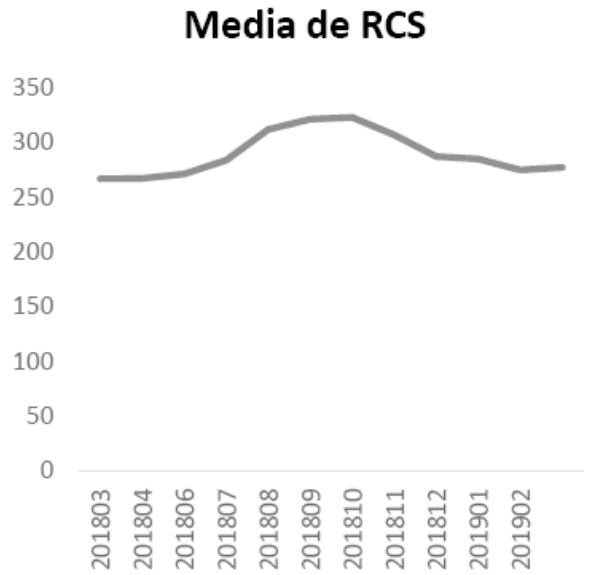
AUTONOMIAS	Riesgo de nueva infección en el secado	Riesgo de curación en el secado	Riesgo de curación en el secado corregido	% de 1er control de primerizas<100,000	% de 1er control de vacas adultas <200,000
ANDALUCIA	0,20	0,58	0,72	57,0%	70,0%
BALEARES	0,15	0,67	0,66	67,0%	75,0%
CATALUÑA	0,17	0,63	0,75	68,0%	74,0%
VALENCIA	0,10	0,78	0,87	73,0%	85,0%
MADRID	0,21	0,58	0,75	64,0%	70,0%
GALICIA	0,16	0,64	0,63	67,0%	75,0%
CANTABRIA	0,14	0,68	0,60	69,0%	77,0%
CASTILLA Y LEON	0,16	0,60	0,69	65,0%	74,0%
CASTILLA LA MANCHA	0,16	0,61	0,74	67,0%	74,0%
NAVARRA	0,18	0,61	0,71	63,0%	73,0%
ARAGON	0,20	0,67	0,85	66,0%	76,0%
ASTURIAS	0,14	0,68	0,57	67,0%	77,0%
PAIS VASCO	0,15	0,66	0,66	66,0%	76,0%
CONAFE	0,16	0,64	0,66	66,0%	75,0%

Grafico 1. Variación de los índices de calidad de leche calculados sobre dos controles consecutivos a nivel nacional









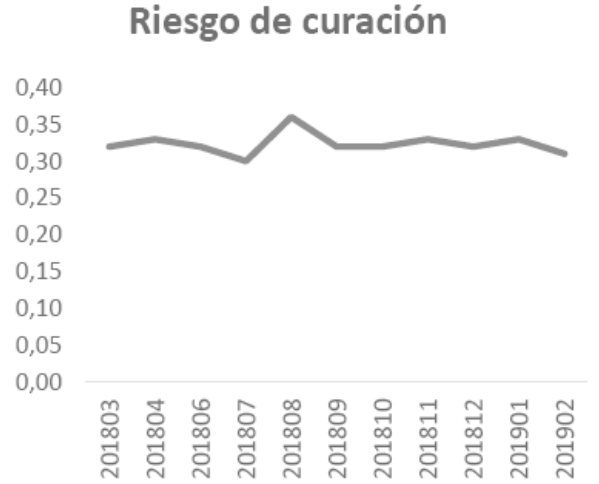
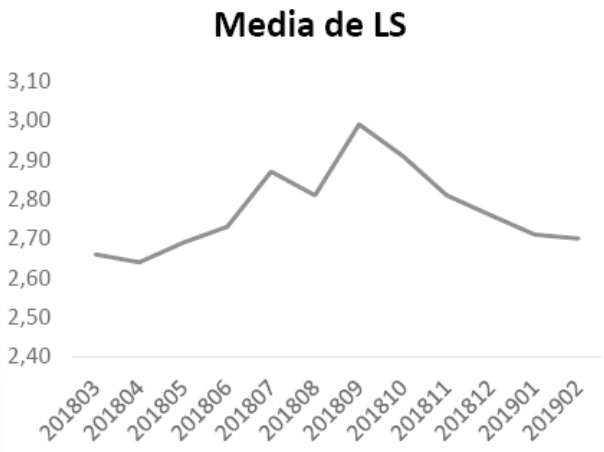
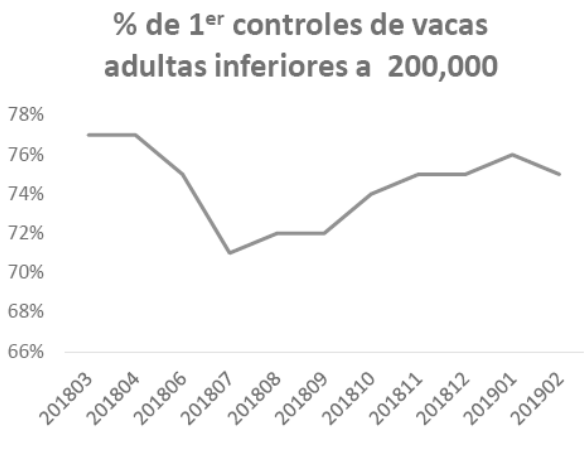


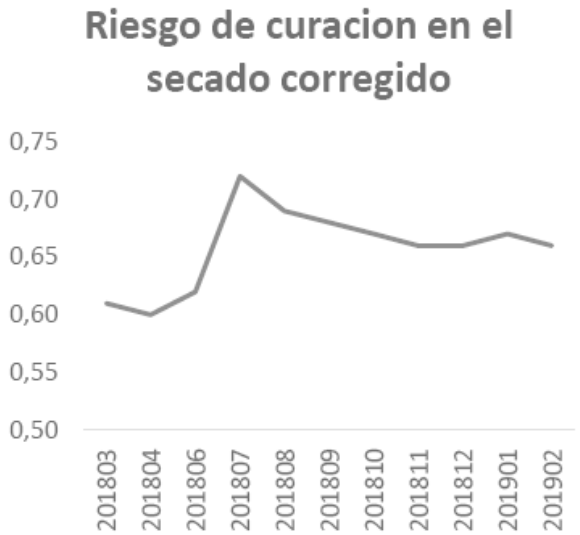
Grafico 2. Variación de los índices de calidad de leche calculados sobre controles de secado a nivel nacional






Riesgo de curacion en el secado
0,68
0,66
0,64
0,62
0,60
0,58
0,56
0,54
201803
201806
201807
201808
201809
201810
201811
201812
201901
201902


% de 1er controles de vacas adultas inferiores a 200,000
78%
76%
74%
72%
70%
68%
66%
201803
201804
201806
201807
201808
201809
201810
201811
201812
201901
201902


Riesgo de curacion en el secado corregido
0,75
0,70
0,65
0,60
0,55
0,50
201803
201804
201806
201807
201808
201809
201810
201811
201812
201901
201902

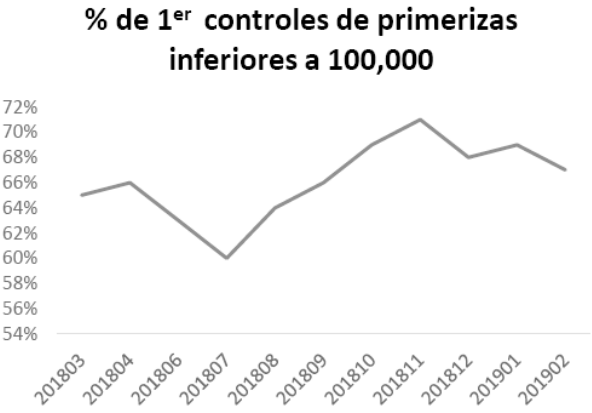

% de 1er controles de primerizas inferiores a 100,000
72%
70%
68%
66%
64%
62%
60%
58%
56%
54%
201803
201804
201806
201807
201808
201809
201810
201811
201812
201901
201902

Tabla 4 . EVOLUCION DE LOS DISTINTOS INDICES DE CALIDAD DE LECHE CALCULADOS SOBRE DOS CONTROLES CONSECUTIVOS EN UNA GANADERIA

Fecha Ultimo Control	Animales en control	% de controles inferiores a 200,000			% de controles de primerizas inferiores a 100,000			Media de recuento de células somáticas			Media de linear score		
		Ganadería	**Autonomía**	**CONAFE**	**Ganadería**	**Autonomía**	**CONAFE**	**Ganadería**	**Autonomía**	**CONAFE**	**Ganadería**	**Autonomía**	**CONAFE**
29/03/2018	904	87%	78%	77%	90%	74%	73%	191	281	267	1,84	2,65	2,66
27/04/2018	904	87%	78%	77%	90%	75%	73%	191	281	267	1,84	2,64	2,64
31/05/2018	875	89%	77%	77%	90%	73%	72%	194	301	271	2,00	2,73	2,69
26/06/2018	845	84%	76%	76%	86%	71%	71%	293	315	284	2,24	2,79	2,73
26/07/2018	838	82%	74%	74%	82%	68%	68%	274	341	312	2,51	2,89	2,87
29/08/2018	840	80%	75%	75%	83%	67%	68%	302	328	321	2,42	2,88	2,81
27/09/2018	831	79%	74%	73%	80%	68%	67%	296	347	323	2,44	2,95	2,99
31/10/2018	820	85%	75%	74%	91%	69%	69%	273	329	307	2,31	2,93	2,91
29/11/2018	817	88%	76%	75%	93%	72%	72%	197	306	287	2,19	2,84	2,81
27/12/2018	841	84%	76%	76%	90%	71%	71%	219	319	285	2,19	2,89	2,76
29/01/2019	861	86%	77%	76%	93%	74%	73%	212	304	275	2,05	2,78	2,71
28/02/2019	887	86%	78%	76%	94%	75%	73%	235	285	277	2,08	2,69	2,70
Media del último año		**85%**	**74%**	**76%**	**88%**	**69%**	**71%**	**240**	**303**	**286**	**2,17**	**2,86**	**2,76**
Fecha Último Control	Animales en control	**Riesgo de nueva infección**			**Riesgo de curación**			**Porcentaje de vacas sanas**			**Porcentaje de vacas crónicas**		
		Ganadería	**Autonomía**	**CONAFE**	**Ganadería**	**Autonomía**	**CONAFE**	**Ganadería**	**Autonomía**	**CONAFE**	**Ganadería**	**Autonomía**	**CONAFE**
29/03/2018	904	0,07	0,10	0,10	0,32	0,33	0,32	80%	68%	67%	9,0%	15,0%	14,0%
27/04/2018	904	0,07	0,11	0,10	0,32	0,32	0,33	80%	69%	68%	9,0%	14,0%	13,0%
31/05/2018	875	0,08	0,12	0,10	0,31	0,31	0,32	80%	68%	67%	8,9%	14,0%	14,0%
26/06/2018	845	0,11	0,12	0,11	0,34	0,32	0,32	76%	66%	65%	9,7%	15,0%	14,0%
26/07/2018	838	0,11	0,13	0,12	0,26	0,30	0,30	74%	65%	63%	12,3%	16,0%	15,0%
29/08/2018	840	0,12	0,14	0,14	0,41	0,32	0,36	70%	65%	65%	12,0%	15,0%	14,0%
27/09/2018	831	0,13	0,15	0,15	0,36	0,34	0,32	69%	63%	61%	13,0%	16,0%	15,0%
31/10/2018	820	0,07	0,14	0,12	0,44	0,33	0,32	74%	63%	61%	12,0%	17,0%	16,0%
29/11/2018	817	0,08	0,14	0,11	0,19	0,36	0,33	76%	64%	62%	12,6%	15,0%	15,0%
27/12/2018	841	0,10	0,13	0,11	0,37	0,33	0,32	77%	65%	64%	10,7%	16,0%	15,0%
29/01/2019	861	0,05	0,11	0,11	0,33	0,34	0,33	79%	66%	65%	11,1%	15,0%	14,0%
28/02/2019	887	0,08	0,10	0,10	0,38	0,33	0,31	78%	68%	68%	9,2%	15,0%	14,0%
Media del último año		**0,08**	**0,13**	**0,11**	**0,36**	**0,35**	**0,32**	**76%**	**65%**	**67%**	**11%**	**15%**	**14%**

Tabla 5. EVOLUCION DE LOS INDICES DE CALIDAD DE LECHE CALCULADO SOBRE EL SECADO EN EL ULTIMO AÑO EN LA GANADERIA

Fecha Ultimo Control	Animales en control	Riesgo de nueva infección al secado			Riesgo de curación al secado			Riesgo de curación al secado corregido			% de primeros controles de primerizas inferior a 100,000			% de primeros controles de vacas adultas inferior a 200,000		
		Gan.	**Aut.**	**CONAFE**	**Gan.**	**Aut.**	**CONAFE**	**Gan.**	**Aut.**	**CONAFE**	**Gan.**	**Aut.**	**CONAFE**	**Gan.**	**Aut.**	**CONAFE**
29/03/2018	904	0,03	0,12	0,14	1,00	0,65	0,67	0,62	0,74	0,61	76%	66%	65%	91%	78%	77%
27/04/2018	904	0,11	0,13	0,14	1,00	0,67	67%	1,12	0,68	0,60	76%	69%	66%	91%	78%	77%
31/05/2018	875	0,21	0,17	0,15	0,83	0,62	67%	1,05	0,71	0,62	83%	65%	65%	80%	74%	76%
26/06/2018	845	0,23	0,17	0,16	0,33	0,64	67%	0,43	0,66	0,62	79%	64%	63%	72%	75%	75%
26/07/2018	838	0,23	0,19	0,18	0,81	0,58	67%	1,06	0,71	0,72	84%	60%	60%	78%	72%	71%
29/08/2018	840	0,17	0,19	0,19	0,47	0,59	67%	0,56	0,73	0,69	91%	62%	64%	75%	72%	72%
27/09/2018	831	0,09	0,19	0,18	0,53	0,60	67%	0,59	0,76	0,68	77%	68%	66%	81%	72%	72%
31/10/2018	820	0,28	0,18	0,17	0,61	0,65	67%	0,84	0,79	0,67	83%	71%	69%	70%	73%	74%
29/11/2018	817	0,11	0,17	0,16	0,83	0,61	67%	0,93	0,76	0,66	94%	73%	71%	88%	74%	75%
27/12/2018	841	0,20	0,19	0,16	0,43	0,63	67%	0,54	0,76	0,66	88%	73%	68%	68%	72%	75%
29/01/2019	861	0,22	0,17	0,15	0,78	0,63	67%	0,99	0,75	0,67	90%	71%	69%	78%	73%	76%
28/02/2019	887	0,11	0,16	0,15	0,64	0,66	67%	0,73	0,79	0,66	86%	74%	67%	83%	75%	75%
Media del último año		**0,15**	**0,16**	**0,16**	**0,62**	**0,61**	**0,64**	**0,76**	**0,74**	**0,66**	**82%**	**67%**	**66%**	**79%**	**74%**	**75%**

CUIDADO NEONATAL DE LOS TERNEROS – ¿CÓMO PODEMOS MEJORAR?

Dr. John F. Mee

Introducción

El período perinatal (0-48h) es el más peligroso en la vida de todos los euterianos. Los terneros son particularmente susceptibles a la morbilidad y mortalidad en este período debido a las prácticas de gestión y reproducción para terneros de gran tamaño al nacer con los riesgos que ello conlleva.

La díada distocia-mortalidad perinatal

Uno de los principales problemas encontrados en el período perinatal en los rebaños de vacas nodrizas es la díada distocia-mortalidad perinatal. Las estimaciones recientes de la prevalencia de estos problemas de periparto son del 30% para los partos asistidos, del 7% para la distocia y del 5% para la mortalidad perinatal por otras causas.

Mortalidad perinatal

Las causas principales de mortalidad perinatal son no infecciosas; distocia (definida como parto anormal, no necesariamente difícil)/anoxia, (Tabla 1), (Mee *et al.*, 2017), con infecciones que representan una minoría de casos (Jawor *et al.*, 2017). Las tasas de mortalidad perinatal superan las tasas de mortalidad de cualquier otro período de la vida; en el parto se da más a menudo la mortalidad. Las tasas de mortalidad perinatal de los terneros a nivel internacional varían actualmente entre el 1 y el 5% aproximadamente (Mee, 2019). Estas estadísticas nacionales promedio ocultan el hecho de que los datos a nivel de rebaño siguen una distribución sesgada donde la mayoría de los rebaños no tienen ninguna pérdida o pérdidas mínimas, pero algunos rebaños tienen pérdidas altas. Este es el paradigma "problema rebaño problema", en el que los veterinarios pueden tener un impacto importante en los factores de riesgo modificables (Mee *et al.*, 2014). Una estimación reciente sitúa el coste de un caso de mortalidad perinatal en aproximadamente 1.000 USD, de los cuales el 70% se debe a la mortalidad de los terneros y el resto se debe principalmente al coste de la distocia y el sacrificio o la sustitución (Mahnani *et al.*, 2018). Tales pérdidas también representan un problema para el bienestar de los terneros. Alrededor del 75% de los terneros que mueren en el período perinatal están vivos al comienzo del parto y alrededor del 75% de los terneros que mueren durante la primera hora de vida tienen >50% de sus pulmones inflados (Mee, inédito), por lo que gran parte de esta pérdida se puede prevenir mediante una mejor atención a los terneros recién nacidos. Por lo tanto, podemos mejorar el cuidado de los terneros.

Tabla 1. Causas de mortalidad perinatal (%) en terneros (n=259) según categoría de asistencia al parto

Causa de la muerte de terneros (%)	No observado (n=70)	Observado, sin ayuda (n=46)	Asistencia fácil (n=57)	Dificultad leve (n=47)	Parto difícil (n=39)	Todos partos (n=259)
Anoxia	30	17,4	14	12,8	20,5	19,7
Mala disposición	0	2,2	17,5	34	43,6	17,0
Defecto(s) congénito(s)	10	21,7	12,3	10,6	12,8	13,1
Hemorragia	14,3	15,2	10,5	2,1	2,6	9,7
Placenta separada	1,4	2,2	19,3	23,4	2,6	9,7
Otros	22,9	21,7	14,1	12,8	17,9	18,1
Diagnóstico no alcanzado	21,4	19,6	12,3	4,3	0	12,7

Distocia

Casi el 90% de la variación inexplicable en la mortalidad perinatal ocurre a nivel del parto (Kayano *et al.*, 2016). Mientras que las redes neurales actuales pueden predecir la facilidad de parto (con una precisión del 75%; Fenlon *et al.*, 2017), los casos individuales de parto requieren una evaluación individual y un manejo apropiado. Sin embargo, la asistencia en el parto, si se administra incorrectamente, puede comprometer la salud de los terneros, a veces fatalmente. Sin embargo, la mayoría de los productores no reciben capacitación formal en asistencia en el parto ni en el manejo de los terneros recién nacidos y pueden acostumbrarse a la mortalidad de los terneros por la familiaridad (lo malo se vuelve normal - "ceguera de la granja"). A pesar de ello, llamar al veterinario para un parto está decayendo, especialmente en granjas de vacuno. Por lo tanto, los profesionales pueden desempeñar un papel fundamental en la educación y entrenamiento en los partos y en el cuidado de los terneros recién nacidos. Esto implica la capacitación de los productores en el cuidado perinatal/partos y en la resolución de problemas de partos/rebaños con alta mortalidad de terneros.

El papel del veterinario

A medida que el contacto de los ganaderos con los terneros se reduce con el tiempo, el papel del veterinario seguirá evolucionando desde una respuesta reactiva individual a la de un consultor sobre el terreno. Los veterinarios también deben abogar por iniciativas de bienestar y cambios genéticos para reducir la distocia y la mortalidad de los terneros en los rebaños de vacuno.

En este trabajo, se revisan los últimos desarrollos en el cuidado de terneros recién nacidos desde la perspectiva de la utilidad clínica del veterinario.

El ternero 'en riesgo'

Si un ternero sobrevive los primeros 5 minutos de su vida ("*Sobrevive 5*") tiene muy buenas posibilidades de sobrevivir a largo plazo. La evaluación rápida de la vitalidad de los terneros recién nacidos y la reanimación adecuada son cruciales para lograr este hito. El hecho de que casi dos tercios de la mortalidad perinatal de los terneros ocurra en la hora siguiente al nacimiento y que el 95% de esta pérdida se produzca en los cinco minutos siguientes al nacimiento pone de manifiesto la urgencia de proporcionar cuidados intensivos. Los terneros nacidos después de una traumotocia, bradicardia (o una combinación de ambos; trauma y tiempo), parto prematuro ('terneros periviables') y mala disposición corren un mayor riesgo (terneros 'de riesgo') de comorbilidad o mortalidad neonatal debido al estrés metabólico previo o posterior al parto (hipoxia, hipercapnia, acidemia e isquemia), encefalopatía, SDR y/o infección.

Cuidado de emergencia

El concepto de medicina de urgencias humana de la "hora dorada" (el período durante el cual existe la mayor probabilidad de que un tratamiento médico rápido prevenga la muerte) puede aplicarse a la atención perinatal de los terneros recién nacidos. Un algoritmo de árbol de decisión para la gestión activa de terneros recién nacidos normales y comprometidos es la base de un punto de cuidado perinatal SOP para la primera respuesta (Figura 1). Los componentes básicos de un modelo moderno de cuidados escalonados son una buena supervisión del parto, el triaje perinatal, la reanimación de los terneros y el cuidado posterior intensivo. El manejo perinatal de todos los terneros recién nacidos debe incluir: - triaje perinatal, reanimación (establecimiento de una vía respiratoria despejada, establecimiento de un patrón respiratorio normal, establecimiento de una función circulatoria normal), prevención de la acidosis metabólica prolongada, alivio del dolor según sea necesario, prevención de la hipotermia, prevención de la infección umbilical, prevención del fracaso de la transferencia pasiva (FPT) y prevención de la transmisión de la *Mycobacterium avium* subspp. *paratuberculosis* (MAP) e identificación de los terneros. Los sistemas de puntuación de alerta temprana, los umbrales de intervención y los protocolos de escalada son parte integral de este modelo de atención perinatal de terneros.

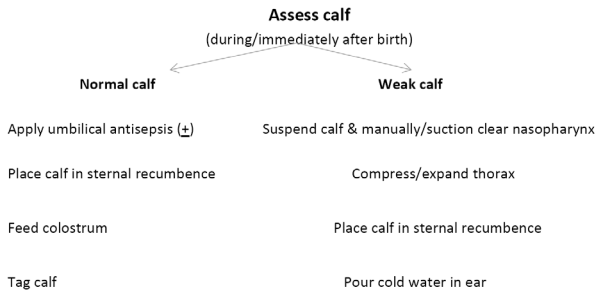


Figura 1. Algoritmo de cuidado perinatal de los terneros

Triaje perinatal

Aunque se han desarrollado numerosos sistemas de puntuación de la vitalidad de los terneros (Murray and Leslie, 2013), basados en el sistema original de puntuación en humanos Apgar, ninguno se utiliza ampliamente en la práctica. Tienden a ser demasiado complejas, tienen una gran variabilidad potencial intra e inter observador y tienen valores pronósticos variables o desconocidos para la supervivencia. Por lo tanto, se necesita un método rápido y práctico para evaluar el riesgo de que una ternera recién nacida muera poco después de nacer cuando nace en un estado de insensibilidad y se necesita la reanimación. Investigaciones recientes en terneros indican que los parámetros de vitalidad de los terneros, el retraimiento de la lengua y el reflejo de succión se correlacionaron más estrechamente con la academia perinatal (Homerosky *et al.*, 2017) y la encefalopatía neonatal (Bianco *et al.*, 2017). Mientras que el logro de colocarse en posición de decúbito esternal durante los primeros 5 minutos del nacimiento es un buen indicador de la vitalidad (Schuijt and Taverne, 1994), el personal de partos rara vez querrá esperar tanto tiempo para hacer una evaluación. En los bebés humanos, la exploración por TAC puede utilizarse para detectar lesiones hipóxicas globales y pruebas de hemorragia cerebral, pero los agricultores y los veterinarios deben confiar en los indicadores clínicos. Los indicadores prácticos que se pueden utilizar inmediatamente después del nacimiento de la ternera para indicar una necesidad urgente de intervención incluyen la respiración anormal (apnea primaria, jadeo, respiración abdominal), respuestas reflejas deficientes (córnea, pedal, lingual, estimulación de succión) y tono muscular deficiente (musculatura flácida, lengua larga y oscura), (Mee 2008a). Los marcadores de vitalidad para los terneros recién nacidos incluyen, la primera respiración en 10 segundos tras el nacimiento, el levantamiento de cabeza en 3 minutos, la posición de decúbito esternal en 5 minutos, los intentos de levantarse en 15 minutos y el estar de pie en una hora (Mee, 2008b). Dada la naturaleza extensiva de algunos sistemas de cría de terneros, no es posible una supervisión tan estrecha, pero los sistemas cada vez más intensivos de cría de terneros se basan en una supervisión más estrecha de la cría de terneros.

Reanimación

Los 3 pasos básicos para una reanimación exitosa son: A (permeabilidad de las vías respiratorias), B (respiración) y C (soporte circulatorio).

Establecer una vía respiratoria permeable

Antes de nacer, los pulmones y la tráquea de la ternera se llenan de líquido pulmonar, y con la laringe actuando como válvula unidireccional, la nasofaringe se llena de líquido amniótico. Después de que el saco amniótico se rompe durante el parto, el líquido amniótico normalmente drena de la nasofaringe y el líquido pulmonar también drena por la gravedad, o por compresión en la pelvis o en general, es reabsorbido por el sistema linfático pulmonar en 24 horas después de nacer (Abdelmegeid *et al.*, 2017).

Sin embargo, en terneros de riesgo, la hipoxia, la hipercapnia, la acidemia o la isquemia, antes o durante el parto, pueden inducir a la defecación de meconio en el líquido amniótico, la respiración jadeante y la inhalación excesiva de este líquido en los pulmones. Por lo tanto, estos terneros pueden nacer con los pulmones y las vías respiratorias llenas de líquido. Además, algunos terneros pueden nacer en el amnios parcialmente intacto, normal o engrosado (Mee and Kenneally, 2017), de ahí la necesidad de establecer la permeabilidad de las vías respiratorias.

El amnios debe ser retirado inmediatamente de la cabeza. El líquido nasofaríngeo se puede eliminar manualmente o por succión (por ejemplo, McCulloch o Vitalograph Aspirator). Los pulmones y la tráquea se pueden limpiar mediante drenaje postural. El drenaje gravitacional natural puede hacerse mejor suspendiendo brevemente (un minuto como máximo) a la ternera, por ejemplo, usando un elevador para el parto. Se han demostrado beneficios significativos en la mecánica pulmonar, el intercambio gaseoso y la corrección de la acidosis, aunque en terneros derivados de cesáreas (Uystepruyst *et al.*, 2002). Esta es una práctica polémica, aunque ampliamente adoptada; mientras que la mayoría del líquido drenado es líquido abomasal y las vísceras abdominales pueden teóricamente comprimir brevemente los pulmones (el diafragma previene esto), no se han documentado secuelas comunes.

Establecer un patrón de respiración normal

Mientras que el feto exhibe actividad respiratoria hacia las últimas etapas de la gestación, el inicio de la respiración normalmente ocurre a los 10 segundos del nacimiento y, en algunos casos, ocurre la inflación pulmonar limitada durante el nacimiento. Una multitud de estímulos puede desencadenar la primera respiración, incluida la hipercapnia moderada; el mantenimiento de la respiración se ve facilitado por la reducción de la tensión superficial alveolar dependiente de los surfactantes. La administración de corticosteroides (por ejemplo, dexametasona, 20-25 mg/vaca, i/m) a la madre estimulará la producción de surfactante fetal (por ejemplo, en el caso de fetos prematuros o derivados de cesáreas electivas, pero no en terneros prematuros después del nacimiento).

Sin embargo, en los terneros en riesgo, el inicio de la respiración y el establecimiento de un patrón respiratorio normal puede ser retrasado o estar ausente (en presencia de latidos cardíacos) debido a hipoxia/hipercapnia excesiva y acidosis. Estos terneros recién nacidos pueden tener apnea primaria (no respirar espontáneamente en los 5 minutos siguientes al nacimiento), bradipnea, taquipnea, disnea (falta de aire, respiración irregular, jadeo) o, en el caso de terneros prematuros, síndrome de dificultad respiratoria de aparición tardía.

El inicio de la respiración puede lograrse mediante la estimulación periférica, por ejemplo verter/introducir con jeringuilla hielo/agua fría en el oído/en la cabeza seguida de un secado vigoroso (hipotermia terapéutica), meter una pajita por las fosas nasales o la acupuntura del surco subnasal (GV26) o pellizcar el tabique nasal (induciendo un reflejo de jadeo/estornudo) o un frotamiento vigoroso sobre el tórax (estimulación del nervio frénico), o estimulando los quimiorreceptores centrales y periféricos con fármacos analépticos (por ejemplo, doxapram, 2 mg/kg, i/v). Se han utilizado otros ventiladores farmacológicos con resultados variables (por ejemplo, dexametasona, atropina, teofilina, furosemida) (Bleul *et al.*, 2010).

Cuando estos métodos no consiguen provocar el inicio de la respiración, se recomienda la reanimación física (por ejemplo, compresión y expansión del tórax) y la ventilación con presión positiva (VPP) mediante una bomba de respiración (por ejemplo, HK, McCulloch o Ritchey, reanimador de terneros) o una bolsa de reanimación (por ejemplo, bolsa Ambu, manga de palpación llena de aire), o la administración de oxígeno (5-10 L/min. a través de una mascarilla facial o de un tubo intranasal o intratraqueal) (Mee, 1994). Cuando se utiliza cualquiera de los dos últimos métodos para inflar los pulmones con atelectasia, es necesario ocluir el esófago para evitar que el aire presurizado o el oxígeno pase al abomaso en lugar de a los pulmones; idealmente, una tarea para dos personas. Una vez establecida la respiración, el mantenimiento de la respiración normal (30-50 bpm) se ve facilitado por la postura de decúbito esternal para minimizar las desigualdades entre ventilación y perfusión (congestión hipostática).

Establecer una función circulatoria normal

Es normal que la ternera recién nacida tenga una taquicardia (100-150 bpm) al nacer. Sin embargo, en terneros de riesgo, la taquicardia inicial puede cambiar a bradicardia (<60 bpm) debido a hipoxia profunda o inflación pulmonar inadecuada. En tales casos, la administración de adrenalina (10 ug/kg, i/v, i/c, i/l) puede ser beneficiosa y en los casos en los que no hay latidos cardiacos débiles, se deben intentar las compresiones torácicas cardíacas y la rotación de la extremidad anterior contra el tórax. Cuando el cordón umbilical está intacto después del nacimiento, no debe seccionarse o pinzarse antes de que se establezca la ventilación para evitar la reducción de la oxigenación cerebral y de la función cardiovascular (Polglase *et al.*, 2015).

Alivio del dolor

Los terneros pueden sufrir dolor, lesiones e inflamación considerables durante el parto, lo que puede afectar a su posterior vitalidad. La administración de un medicamento antiinflamatorio no esteroide (AINE) puede prevenir las secuelas. Sin embargo, la investigación que demuestra tales beneficios es limitada. Se ha demostrado que el meloxicam mejora el vigor de los terneros, el reflejo de succión, la permanencia de pie y la ingesta de leche (Kezer *et al.*, 2017, Murray *et al.*, 2015a). Un estudio aleatorio en terneros lecheros demostró que el meloxicam administrado a los terneros asistidos mejoró el aumento de peso (Murray *et al.*, 2015b). Sin embargo, el costo y la disponibilidad de estos medicamentos en la granja, al momento de la parición, es una barrera para su uso. Cuando los veterinarios asisten en una distocia, deben considerar la administración de un AINE al ternero en riesgo.

Acidosis metabólica prolongada

Todos los terneros nacen con un grado de acidosis combinada metabólica-respiratoria, cuyo componente respiratorio desaparece en cuestión de horas y el componente metabólico en cuestión de días. Sin embargo, en los terneros en riesgo esta acidosis es más severa y persiste por más tiempo; esto repercute en la función miocárdica. Mientras que la corrección de la acidosis respiratoria depende de la mejora en el intercambio de gases alveolares, como se ha señalado anteriormente, la corrección de la acidosis metabólica requiere la neutralización de la hiperlactataemia. Esto puede lograrse mediante la administración de bicarbonato de sodio hiperosmótico (50-100 ml de solución calentada al 8,4%, i/v) una vez que se haya establecido un ritmo respiratorio regular. La cafeína también se utiliza como estimulante para los terneros débiles. Se han encontrado resultados beneficiosos en terneros, corderos y cerdos (Balikci and Yildiz, 2009; Orozco-Gregorio *et al.*, 2010, Robertson *et al.*, 2018). Anecdóticamente, se ha administrado una terapia antimicrobiana profiláctica a los terneros con "pulmón húmedo" para prevenir una neumonía posterior.

Hipotermia

Los terneros recién nacidos normalmente tienen una temperatura rectal más alta inmediatamente después del nacimiento (38.5-39.5ºC) que los adultos, la cual disminuye en las horas después del nacimiento. Sin embargo, en los terneros de riesgo, la hipotermia (<37ºC) puede desarrollarse particularmente cuando se expone al estrés por frío en rebaños grandes. Por ejemplo, cuando los fluidos del parto no son lamidos por la vaca después del parto, y/o el ternero no nace en un lecho de paja profundo durante las inclemencias del tiempo. El estrés por frío puede reducir la tensión de oxígeno en la sangre y aumentar la acidosis metabólica. En tales casos, se recomienda el secado vigoroso de la capa de pelo para eliminar el exceso de líquido, una alimentación de calostro adecuada (8,5% del peso corporal) y la colocación bajo una fuente de calor radiante. La cafeína oral ("bebida energética de 5 horas") también ha sido recomendada por Sheila McGuirk (Laca, 2018) para revitalizar a una ternera recién nacida fría y apagada.

Infección umbilical

Mientras que las prevalencias a nivel de rebaño de ombligos agrandados y doloridos son altas (aproximadamente 95 y 50%, respectivamente), la prevalencia a nivel de terneros es mucho más baja (aproximadamente 10 y 2%, respectivamente) pero muy variable entre distintos rebaños (aproximadamente 0-20% y 0-5%, respectivamente), (Mee *et al.*, 2018). Esto sugiere que el éxito del tratamiento de las infecciones umbilicales al nacer es muy variable, lo que quizá refleje los datos tradicionalmente limitados sobre la prevención de la enfermedad del ombligo. Sin embargo, recientemente se han realizado una serie de nuevos estudios que llenan este vacío de conocimiento, impulsados por la disponibilidad restringida de soluciones de yodo al 7% en los Estados Unidos. Estos estudios muestran que un hundimiento del ombligo (por ejemplo, Navel Guard) puede reducir significativamente la incidencia de infecciones umbilicales en comparación con el no hundimiento (Grover and Godden, 2011). No se encontraron diferencias en las tasas de infección umbilical entre productos (0,5-7% de tintura de yodo, Navel Guard, 0,1-4% de clorhexidina, 0,1% de cloro, 10% de citrato trisódico, Super 7), (Wieland *et al.*, 2017, Grover and Godden, 2011) o no se pro-

dujeron infecciones umbilicales (Gard *et al.*, 2016, Robinson *et al.*, 2015). Estos resultados sugieren que el hundimiento del ombligo, dentro de los 30 minutos desde el nacimiento; puede recomendarse, pero que los antisépticos umbilicales disponibles comercialmente no han demostrado ser diferentes en eficacia. La prevención de la infección umbilical debe incluir el estado de micronutrientes del feto, la higiene de los corrales de parto y de cría, la duración de la residencia en los corrales de maternidad de los terneros, la alimentación con calostro, los exámenes umbilicales y la antisepsia del ombligo, según sea necesario (en ausencia de un problema de enfermedad del ombligo, sin antisepsia del ombligo, no se recomienda esta última).

¿Qué hacen los agricultores?

Las cinco técnicas de reanimación más frecuentes aplicadas por los ganaderos son, en orden descendente, la paja en las fosas nasales, el frotamiento vigoroso, la suspensión de los terneros, los AINEs en los terneros y el agua fría en las orejas (Murray *et al.*, 2016).

Pronóstico

El pronóstico de terneros en riesgo depende del grado de compromiso fetal metabólico y físico y de la puntualidad y eficacia de los cuidados de reanimación. En general, los terneros con latidos cardíacos pero con disnea tienen un mejor pronóstico que aquellos con apnea/no respuesta o sin latidos cardíacos o que exhiben actividades convulsivas (por ejemplo, movimientos oculares anormales, movimiento de extremidades y llanto) que son indicativas de lesiones cerebrales.

REFERENCIAS

En la version inglesa

ENGLISH VERSION

NEONATAL BEEF CALF CARE – HOW CAN WE IMPROVE?

Dr. John F. Mee

Introduction

The perinatal period (0-48h) is the most hazardous in the life of all eutherians. Beef calves are particularly susceptible to morbidity and mortality in this period due to extensive management practices and breeding for large calf size at birth with attendant risks.

The dystocia-perinatal mortality dyad

One of the major problems encountered in the perinatal period in beef suckler herds is the dystocia-perinatal mortality dyad. Recent estimates of the prevalence of these periparturient problems are 30% for assisted calvings, 7% for dystocia and 5% for all-cause perinatal mortality.

Perinatal mortality

The primary causes of perinatal mortality are non-infectious; dystocia (defined as abnormal, not necessarily, difficult, calving)/anoxia, (Table 1), (Mee *et al.*, 2017), with infections accounting for a minority of cases (Jawor *et al.*, 2017). Perinatal mortality rates exceed mortality rates at any other period in life; calving compresses mortality. In beef calves perinatal mortality rates internationally currently vary between approximately 1 and 5% (Mee, 2019). These average national statistics obscure the fact that herd-level data follow a right skewed distribution where most herds have none or minimal losses but some herds have high losses. This is the 'problem herd problem' paradigm where veterinary practitioners can have an important impact on the modifiable risk factors (Mee *et al.*, 2014). A recent estimate puts the cost of a case of perinatal mortality at approximately USD 1,000 with 70% of this due to calf mortality and the remainder primarily due to the cost of dystocia and culling/replacement (Mahnani *et al.*, 2018). Such losses also represent a calf welfare issue. Some 75% of calves which die in the perinatal period are alive at the start of calving and some 75% of calves which die within one hour of birth have >50% of their lungs inflated (Mee, unpublished), so much of this loss is preventable through better newborn calf care. Hence, we can improve beef calf care.

Table 1. Causes of perinatal mortality (%) in calves (n=259) according to calving assistance category

Cause of calf death (%)	Unobserved (n=70)	Observed, unassisted (n=46)	Easy assistance (n=57)	Slight difficulty (n=47)	Difficult calving (n=39)	All calvings (n=259)
Anoxia	30	17.4	14	12.8	20.5	19.7
Mal-disposition	0	2.2	17.5	34	43.6	17.0
Congenital defect(s)	10	21.7	12.3	10.6	12.8	13.1
Haemorrhage	14.3	15.2	10.5	2.1	2.6	9.7
Placenta separated	1.4	2.2	19.3	23.4	2.6	9.7
Other	22.9	21.7	14.1	12.8	17.9	18.1
Diagnosis not reached	21.4	19.6	12.3	4.3	0	12.7

Dystocia

Almost 90% of the unexplained variation in perinatal mortality occurs at the calving event level (Kayano *et al.*, 2016). While current neural networks can predict calving ease (with 75% accuracy; Fenlon *et al.*, 2017) individual calving cases require individual assessment and appropriate management. However, calving assistance, if improperly administered, can compromise calf health, sometimes fatally. Yet, most producers receive no formal training in either calving assistance or newborn calf management and can become inured to calf mortality by the anaesthesia of familiarity (bad becoming normal - "farm blindness"). Despite this, veterinary calving contact is decreasing, particularly on beef farms. Hence, practitioners can play a critical role in calving and newborn calf care education and training. This involves producer training in calving/perinate care and troubleshooting calving problem/high calf mortality herds.

Veterinary practitioner role

As farmer contact for individual calf health calls declines over time the role of the veterinary practitioner will continue to evolve from an individual reactive response to that of an in-the-field consultant. Veterinarians should also be advocates for welfare initiatives and genetic changes to reduce dystocia and calf mortality in beef herds.

In this paper, the latest developments in newborn calf care are reviewed from the perspective of veterinary practitioner clinical utility.

The 'at risk' calf

If a calf survives the first 5 minutes of its life ("*Survive to 5*") it has a very good chance of surviving long-term. Critical to achieving this milestone is rapid assessment of newborn calf vitality and appropriate resuscitation. The urgency of providing critical

care is underlined by the fact that almost two-thirds of perinatal calf mortality occurs within an hour of birth and some 95% of this loss occurs within five minutes of birth. Calves born following traumotocia, bradytocia (or a combination; trauma and time), premature calving ('periviable calves') and maldisposition are at increased risk ('at risk' calves) of neonatal co-morbidity or mortality due to pre- or parturient metabolic stress (hypoxia, hypercapnia, acidaemia and ischaemia), encephalopathy, RDS and/or infection.

Emergency care

The human emergency medicine concept of the 'golden hour' (the period during which there is the highest likelihood that prompt medical treatment will prevent death) can be applied to the perinatal care of newborn beef calves. A decision tree algorithm for active management of normal and compromised newborn calves is the basis of a perinatal point-of-care SOP for the first responder (Figure 1). The building blocks of a modern step care model are good calving supervision, perinatal triage, calf resuscitation and intensive aftercare. Perinatal management of all newborn calves should include:– perinatal triage, resuscitation (establishment of a patent airway, establishment of a normal breathing pattern, establishment of normal circulatory function), prevention of prolonged metabolic acidosis, pain relief as necessary, prevention of hypothermia, prevention of umbilical infection, prevention of failure of passive transfer (FPT), and prevention of *Mycobacterium avium* subspp. *paratuberculosis* (MAP) transmission and calf identification. Early warning score systems, intervention thresholds and escalation protocols are integral to this perinatal calf care model.

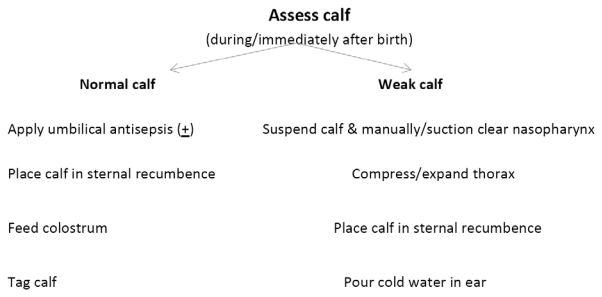


Figure 1. Perinatal calf care algorithm

Perinatal triage

While numerous calf vitality scoring systems have been developed (Murray and Leslie, 2013), based on the original human Apgar scoring system, none are widely used in practice. They tend to be too complex, have large potential intra and inter-observer variability and have variable/unknown prognostic values for survival. Hence there is a need for a quick, practical method of assessing the risk of a newborn calf dying shortly after birth where it is born in an unresponsive state and resuscitation is indicated. Recent research in beef calves indicates that of calf vitality parameters, tongue withdrawal and suck reflex were most closely correlated with perinatal academia (Homerosky *et al.*, 2017) and neonatal encephalopathy (Bianco *et al.*, 2017). While calf attainment of sternal recumbence within 5 minutes of birth is a good predictor of vitality (Schuijt and Taverne, 1994), calving personnel will rarely want to wait this long to make an assessment. In human infants, CT scanning can be used to detect global hypoxic injury and evidence of cerebral haemorrhage but farmers and veterinarians must rely on clinical indicators. Practical indicators which can be used immediately after calf birth to indicate an urgent need for intervention include abnormal breathing (primary apnoea, gasping, abdominal breathing), poor reflex responses (corneal, pedal, lingual, suck stimulation) and poor muscle tone (flaccid musculature, long dark tongue), (Mee 2008a). Vitality markers for newborn calves include, first breath within 10 seconds of birth, head lift within 3 minutes, sternal recumbence within 5 minutes, attempts to stand within 15 minutes and standing within an hour (Mee, 2008b). Given the extensive nature of some beef calf systems such close supervision is not possible but increasingly intensive beef suckler systems are based on closer monitoring of calving..

Resuscitation

The 3 basic steps of successful resuscitation are: A (airway patency), B (breathing) and C (circulatory support).

Establish a patent airway

Prior to birth the calf's lungs and trachea are filled with pulmonary fluid, and with the larynx acting as a one-way valve, the naso-pharynx is filled with amniotic fluid. After the amniotic sac bursts during calving the amniotic fluid normally drains from the nasopharynx and the lung fluid either also drains out by gravity, or by compression in the pelvis or in the main, is resorbed by the pulmonary lymphatic system within 24 h of birth (Abdelmegeid *et al.*, 2017).

However, in at-risk calves, pre- or parturient hypoxia, hypercapnia, acidaemia or ischaemia can induce defecation of meconium into the amniotic fluid, gasping respiration and excessive inhalation of this fluid into the lungs. Thus such calves can be born with fluid-filled lungs and airways. In addition, some calves can be born in the partially intact normal or thickened amnion (Mee and Kenneally, 2017), hence the need to establish airway patency.

The amnion must be immediately removed from the head. The nasopharynx fluid can be cleared manually or by suctioning (e.g. McCulloch or Vitalograph Aspirator). The lungs and trachea can be cleared by postural drainage. Natural gravitational drainage can best be simulated by briefly (one minute maximum) suspending the calf, e.g. using a calving jack. Significant benefits have been shown in pulmonary mechanics, gas exchange and correction of acidosis, albeit in caesarean-derived, beef calves (Uystepruyst *et al.*, 2002). This is a controversial, though widely adopted, practice; while the majority of the drained fluid is abomasal fluid and the abdominal viscera may theoretically briefly compress the lungs (the diaphragm prevents this), no common sequelae have been documented.

Establish normal breathing pattern

While the fetus exhibits respiratory activity towards the latter stages of gestation, the onset of breathing normally occurs within 10 seconds of birth and in some cases limited lung inflation occurs during birth. A multitude of stimuli can trigger the first breath including moderate hypercapnia; maintenance of respiration is facilitated by surfactant-dependent reduced alveolar surface tension. Administration of corticosteroids (e.g. dexamethasone, 20-25 mg/cow, i/m) to the dam will stimulate fetal surfactant production (e.g. in the case of elective caesarean-derived or premature foetuses; but not in premature calves after birth).

However, in at-risk calves the onset of breathing and establishment of a normal respiratory pattern may be delayed or absent (in the presence of a heartbeat) due to hypoxia/excessive hypercapnia and acidosis. Such newborn calves can have primary apnoea (no spontaneous breathing within 5 minutes of birth), bradypnoea, tachypnoea, dyspnoea (gasping, irregular breaths, panting) or, in the case of premature calves, late-onset respiratory distress syndrome.

The onset of respiration can be achieved by peripheral stimula-

tion, e.g. pouring/syringing ice/cold water in the ear/on the head followed by vigorous drying off (therapeutic hypothermia), poking a straw up the nostrils or acupuncture of the philtrum (GV26) or pinching of the nasal septum (inducing a gasp/sneeze reflex) or vigorous rubbing over the thorax (phrenic nerve stimulation), or by stimulating central and peripheral chemoreceptors with analeptic drugs (e.g. doxapram, 2 mg/kg, i/v). Other pharmacological ventilators have been used with variable results (e.g. dexamethasone, atropine, theophylline, furosemide), (Bleul *et al.*, 2010).

Where these methods fail to elicit the onset of respiration, physical resuscitation (e.g. compression and expansion of the thorax), and positive pressure ventilation (PPV) using a respirator pump (e.g. HK, McCulloch or Ritchey calf resuscitator) or resuscitator bag (e.g. Ambu bag, air-filled palpation sleeve) or administration of oxygen (5-10 L/min. via face mask or intranasal or intratracheal tube) is recommended (Mee, 1994). Where either of the latter two methods is used to inflate atelectatic lungs the oesophagus needs to be occluded to prevent the pressurised air or oxygen passing into the abomasum instead of the lungs; ideally a two-person task. Once respiration is established, maintenance of normal breathing (30-50 bpm) is facilitated by sternal recumbence to minimise ventilation-perfusion inequalities (hypostatic congestion).

Establish normal circulatory function

It is normal for the newborn calf to have a tachycardia (100-150 bpm) at birth. However, in at-risk calves initial tachycardia may change to bradycardia (<60 bpm) due to profound hypoxia or inadequate lung inflation. In such cases administration of adrenaline (10 ug/kg, i/v, i/c, i/l) may be beneficial and in cases with no/weak heatbeat, thoracic cardiac compressions and forelimb rotation against the thorax should be attempted. Where the umbilical cord is intact after birth it should not be severed/clamped before ventilation is established to avoid reduced cerebral oxygenation and cardiovascular function (Polglase *et al.*, 2015).

Pain relief

Calves may suffer considerable pain, injury and inflammation during birth which can affect subsequent vitality. Administration of a non-steroidal anti-inflammatory (NSAID) drug may prevent sequelae. However, research demonstrating such benefits is limited. Meloxicam has been shown to improve calf vigour, suckling reflex, time standing and milk intake (Kezer *et al.*, 2017, Murray *et al.*, 2015a). A randomised study in dairy calves found that meloxicam administered to assisted calves improved weight gain (Murray *et al.*, 2015b). However, the cost and on-farm, at-calving availability of such drugs is a barrier to use. Where veterinarians assist at a dystocia they should consider administration of an NSAID to the at-risk calf.

Prolonged metabolic acidosis

All calves are born with a degree of combined respiratory-metabolic acidosis, the respiratory component of which abates within hours and the metabolic component within days of birth. However, in at-risk calves this acidosis is more severe and persists for longer; this impacts myocardial function. While correction of respiratory acidosis is dependent upon improvement in alveolar gas exchange, as outlined above, correction of metabolic acidosis requires neutralisation of hyperlactataemia. This can be achieved by administration of hyperosmotic sodium bicarbonate (50-100ml of 8.4% warmed solution, i/v) once regular breathing rhythm has been established. Caffeine is also used as stimulant for weak calves. Beneficial results have been found in calves, lambs and pigs (Balikci and Yildiz, 2009; Orozco-Gregorio *et al.*, 2010, Robertson *et al.*, 2018). Anecdotally, prophylactic antimicrobial therapy has been administered to 'wet lung' calves to prevent subsequent pneumonia.

Hypothermia

Newborn calves normally have a higher rectal temperature immediately after birth (38.5-39.5°C) than adults, which declines in the hours after birth. However, in at-risk calves hypothermia (<37°C) may develop particularly when exposed to cold stress in extensively managed beef herds. For example, where the birth fluids are not licked off by the cow after calving, and/or the calf is not born into a deep straw bed during inclement weather. Cold stress can lower blood oxygen tension, and increase metabolic acidosis. In such cases vigorous drying of the hair coat to remove excess fluid, prompt warm, adequate (8.5% of body weight) colostrum feeding and placement under a radiant heat source is recommended. Oral caffeine ('5 hour energy drink') has also been recommended to vitalise a cold, dull newborn calf by Sheila McGuirk (Laca, 2018).

Umbilical infection

While the herd-level prevalences of enlarged and painful navels are high (approximately 95 and 50%, respectively), calf-level prevalence are much lower (approximately 10 and 2%, respectively) but highly variable between herds (approximately 0-20% and 0-5%, respectively), (Mee *et al.*, 2018). This suggests that the success of management of umbilical infections at birth is highly variable perhaps reflecting the traditionally limited data on prevention of navel ill. However, recently a number of new studies have been conducted which fill this knowledge gap, prompted by the restricted availability of 7% iodine solutions in the USA. These studies show that a navel dip (e.g. Navel Guard) can significantly reduce the incidence of umbilical infections compared to not dipping (Grover and Godden, 2011). Differences in umbilical infection rates were not found between products (0.5-7% iodine tincture, Navel Guard, 0.1-4% chlorhexidine, 0.1% chlorine, 10% trisodium citrate, Super 7), (Wieland *et al.*, 2017, Grover and Godden, 2011) or no umbilical infections occurred (Gard *et al.*, 2016, Robinson *et al.*, 2015). These results suggest that navel dipping, within 30 minutes of birth; can be recommended but that commercially available umbilical antiseptics have not been shown to differ in efficacy. Prevention of umbilical infection should encompass foetal micronutrient status, calving/calf pen hygiene, duration of calf maternity pen residency, colostrum feeding, umbilical examinations and navel antisepsis, as required (in the absence of a navel ill problem, without navel antisepsis, the latter is not recommended).

What do farmers do?

The five most frequent resuscitation techniques implemented by beef farmers are, in descending order, straw in nostrils, vigorous rubbing, calf suspension, NSAID to calf and cold water in ear (Murray *et al.*, 2016).

Prognosis

The at risk calf prognosis is dependent upon the extent of fetal metabolic and physical compromise and the timeliness and effectiveness of resuscitatory care. In general, calves with a heartbeat but dyspnoea have a better prognosis than those with apnoea/unresponsiveness or no heartbeat or exhibiting seizure activities (e.g. abnormal ocular movements, limb paddling and bawling) indicative of cerebral lesions.

References

- **Abdelmegeid, M., Kutasi, O., Nassiff, M., Wirth, K.,** *et al.*, (2017) Radiographic assessment of pulmonary fluid clearance and lung aeration in newborn calves delivered by elective Caesarean section. *Reprod. Dom. Anim*. 52: 939-944.
- **Balikci, E. and Yildiz, A.** (2009) Effects on arterial blood gases and some clinical parameters of caffeine, atropine supphate and doxapram hydrochloride in calves with neonatal asphyxia. *Revue Med Vet*, 160: 282-287.
- **Bianco, A., Moore, G. and Taylor, S.** (2017) Neonatal encephalopathy in calves presented to a university hospital. *J. Vet. Intern. Med*. 31: 1892-1899.
- **Bleul, U., Bircher, B., Jud, R and Kutter, A.** (2010) Respiratory and cardiovascular effects of doxapram and theophylline for the treatment of asphyxia in neonatal calves. *Theriogenology,* 73: 612-619.
- **Fenlon, C., O'Grady, L., Mee, J.F., Butler, S.** *et al.*, (2017) A comparison of 4 predictive models of calving assistance and difficulty in dairy heifers and cows. *J. Dairy Sci*. 100: 9746-9758.
- **Gard, J., Taylor, D., Duran, S., Rodning, S.** *et al.*, (2016) Prevention of neonatal umbilical infections in Holstein calves through accelerated desiccation of the umbilical remnant utilizing a novel therapy. *Proc 29th WBC*, Dublin, p. 231.
- **Grover, W. and Godden, S.** (2011) Efficacy of a new navel dip to prevent umbilical infection in dairy calves. *Proc. 44th Annual Conf. AABP,* 159.
- **Homerosky E, Caulkett N, Timsit E, Pajor, E.,** *et al.* (2017) Clinical indicators of blood gas disturbances, elevated L-lactate concentration and other abnormal blood parameters in newborn beef calves. *The Vet. J.*, 219: 49-57.
- **Jawor, P., Krol, D., Mee, J.F., Soltysiak, Z.,** *et al.*, (2017) Infection exposure, detection and cause of death in perinatal mortalities in Polish dairy herds. *Theriogenology,* 103: 130-136.
- **Kanayo, M., Kadohira, M. and Stevenson, M.** (2016) Risk factors for stillbirths and mortality during the first 24 h of life on dairy farms in Hokkaido, Japan 2005-2009. *Prev. Vet. Med.* 127: 50-55.
- **Kézér F L., Kovács L., Márton D., Tőzsér J. and Szenci O.** (2017) Egyszeri NSAID-kezelés hatása nehézellésekből született borjak vegetatív idegrendszeri működést leíró szívműködési mutatóira és állással töltött idejére: Előzetes eredmények, *Magyar Allat. Lapja*, 139: 387-395.
- **Laca, A-L** (2018) Your calf's 5-hour energy. *Dairy Herd Management*, Jan 19.
- **Mahnani, A., Sadeghi-Sefidmazgi, A. and Keshavarzi, H.** (2018) Performance and financial consequences of stillbirth in Holstein dairy cattle. *Animal,* 12: 617-623.
- **Mee J.F.** (1994) Resuscitation of newborn calves – materials and methods. *Cattle Practice* 2: 197-210
- **Mee J.F.** (2008a) Newborn dairy calf management. *Vet. Clin. North Amer. Food Anim. Pract*. 24: 1-17
- **Mee J.F.** (2019) Morbidity and mortality in extensively reared beef calves. *Proc. ANEMBE*, Sevilla.
- **Mee, J.F.** (2008b) Managing the calf at calving time. *Proc. 41st Ann. Conf. AABP*, 46-53.
- **Mee, J.F. and Kenneally, J.** (2017) Anamniorrhexis (caul and en-caul birth) in stillborn calves – the first case series. *Reprod. Dom. Anim.,* 52: Suppl.3: 111.
- **Mee, J.F., McCarthy, M. and O'Grady, L.** (2018) Contract Rearing – a disaster waiting to happen or a fundamental component of herd expansion? *Vet, Irl. J.* 8 (8): 474-476.
- **Mee, J.F., Sanchez-Miguel, C. and Doherty, M.** (2014) Influence of modifiable risk factors on the incidence of stillbirth/perinatal mortality in dairy cattle. *The Vet. J.*, 199: 19-23.
- **Mee, J.F., Sanchez-Miguel, C. and Doherty, M.** (2017) Causes of stillbirth and perinatal mortality in dairy calves: a prospective, whole-herd, necropsy study. *Proc. Int. Symp. WAVLD,* Sorrento, Italy. 174.
- **Murray C, Leslie K.** (2013) Newborn calf vitality: Risk factors, characteristics, assessment, resulting outcomes and strategies for improvement. *The Vet. J*. 198: 322-328
- **Murray, C., Duffield, T., Haley, D., Pearl, D.,** *et al.*, (2015a) The effects of meloxicam NSAID therapy on the change in vigor, reflex, blood gas measures, milk intake and other variables in newborn dairy calves. *J Vet Sci & Anim Husb*. 3: 1-14.
- **Murray, C., Fick, L., Pajor, E., Barkema, H.** *et al.*, (2016) Calf management practices and associations with herd-level morbidity and mortality on beef cow-calf operations. *Animal*, 10: 468-477.
- **Murray, C., Haley, D., Duffield, T., Pearl, D,** *et al.*, (2015b) A field study to evaluate the effects of meloxicam NSAID therapy and calving assistance on newborn calf vigor, improvement of health and growth in pre-weaned Holstein calves. *The Bov. Pract*, 49: 1-12
- **Orozco-Gregorio, H., Mota-Rojas, D., Bonilla-Jaime, H., Trujillo-Ortega, M,** *et al.*, (2010) Effects of administration of caffeine on metabolic variables in neonatal pigs with peripartum asphyxia. *AJVR,* 71: 1214-1219.
- **Polglase, G., Dawson, J., Kluckow, M., Gill, A.,** *et al.*, (2015) Ventilation onset prior to umbilical cord clamping (physiological-based cord clamping) improves systemic and cerebral oxygenation in preterm lambs. *PLoS ONE*, 1-13.
- **Robertson, S., Friend, M., Doran, G. and Edwards, S**. (2018) Caffeine supplementation of ewes during lambing may increase lamb survival. *Animal*, 12:376-382.
- **Robinson, A., Timms, L., Stalder, K. and Tyler, H.** (2015) The effect of 4 antiseptic compounds on umbilical cord healing and infection rates in the first 24 hours in dairy calves from a commercial herd. *J Dairy Sci.* 98: 5726-5728.
- **Schuijt G, Taverne M.** (1994) The interval between birth and sternal recumbency as an objective measure of the vitality of newborn calves. *Vet. Rec.*, 135: 111-115
- **Uystepruyst C, Coghe J, Dorts T,** *et al.* (2002) Sternal recumbency or suspension by the hind legs immediately after delivery improves respiratory and metabolic adaptation to extra uterine life in newborn calves delivered by caesarean section. *Vet. Res.*, 33: 709-724
- **Wieland, M., Mann, S., Guard, C. and Nydam, D.** (2017) The influence of 3 different navel dips on calf health, growth performance, and umbilical infection assessed by clinical and ultrasonographic examination. *J Dairy Sci.* 100: 513-524.

INCIDENCIAS DE SALUD PREVIAS AL DESTETE QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE POR VIDA

J. D. Quigley

Muchos factores de la edad temprana de los terneros influyen en la producción de ganado lechero después del parto. Estudios recientes han demostrado que los mecanismos epigenéticos pueden afectar al feto y estos efectos pueden manifestarse después del parto. Los eventos traumáticos como la distocia y la incidencia de enfermedades influyen claramente en la vitalidad de los terneros y pueden reducir la producción de leche durante toda la vida. La nutrición antes del destete también afecta la producción futura, pero datos recientes sugieren que el peso corporal y el crecimiento pueden ser más importantes que la fuente de nutrientes *per se*. El manejo del ternero joven - desde la concepción hasta el destete - puede tener un impacto profundo en la productividad futura de la vaca.

Cada vaca nace con un potencial genético determinado para producir leche durante varias lactancias. La capacidad de la vaca para utilizar los nutrientes de manera eficiente y transformarlos en productos (descendencia, leche) es un factor clave que influye en la productividad de la granja. La responsabilidad principal de un criador de terneros es proteger ese potencial genético durante todo el desarrollo para que pueda expresarse después del parto. Desafortunadamente, la nutrición inadecuada, el manejo deficiente, el estrés o el trauma como la distocia o la enfermedad pueden interferir con la expresión del potencial genético de una vaquilla.

La presentación revisa estudios recientes sobre: programación fetal, la influencia de la nutrición del preparto en la salud de los terneros, los efectos del estrés materno por calor, los problemas de distocia, las enfermedades de los terneros, el estado del calostro y la nutrición antes del destete, todos relacionados con la productividad futura de los terneros.

El manejo y la nutrición del ternero hasta el destete tienen efectos profundos en la productividad del animal como vaca lechera y, en última instancia, en la rentabilidad del rebaño lechero. La incidencia de enfermedades, las tasas de crecimiento subóptimas, el estrés y la nutrición inadecuada contribuyen a reducir la producción de leche a lo largo de la vida y la longevidad. El grado en que los efectos prenatales influyen en la producción futura está apenas comenzando a observarse, pero hasta la fecha parece haber muchas implicaciones importantes para la programación genética en el feto bovino. Una mejor nutrición - tanto antes como después del destete - permitirá tasas de crecimiento entre 800 y 1.000 g/día, que se consideran óptimas para el parto temprano y la producción de por vida.

ENGLISH VERSION

PREWEANING HEALTH EVENTS THAT AFFECT LIFETIME MILK PRODUCTION

J. D. Quigley

Many calf-hood factors influence production of dairy cattle after calving. Recent studies have shown that epigenetic mechanisms may affect the fetus and these effects can be manifested after calving. Traumatic events such as dystocia and incidences of disease clearly influence calf vitality and may reduce lifetime milk production. Preweaning nutrition also affects future production, but recent data suggests that body weight and growth may be more important than the source of nutrients *per se*. Management of the young calf – from conception through weaning – can profoundly impact future productivity of the cow.

Every cow is born with a given genetic potential to make milk over several lactations. The cow's ability to utilize nutrients efficiently and transform them into products (offspring, milk) is a key factor influence farm productivity. The primary responsibility of a calf raiser is to protect that genetic potential throughout development so that it may be expressed after calving. Unfortunately, inadequate nutrition, poor management, stress or trauma such as dystocia or disease may interfere with expression of a heifer's genetic potential.

The presentation reviews recent studies about: fetal programming, the influence of prepartum nutrition on calf health, the effects of maternal heat stress, dystocia problems, disease as a calf, colostrum status, and pre-weaning nutrition, all related to future productivity of calves.

Management and nutrition of the calf to weaning have profound effects on productivity of the animal as a lactating cow, and, ultimately, on the profitability of the dairy herd. Incidence of disease, sub-optimal growth rates, stress and inadequate nutrition all contribute to reduced lifetime milk production and longevity. The extent to which prenatal effects influence future production are only beginning to be observed, but to date there appear to be many important implications to genetic programming in the bovine fetus. Improved nutrition – both pre- and post-weaning – will allow growth rates between 800 and 1,000 g/d, which are considered optimal for early calving and lifetime production.

NUEVO REGLAMENTO DE MEDICAMENTOS VETERINARIOS Y PLAN NACIONAL FRENTE A LA RESISTENCIA A LOS ANTIBIÓTICOS: UNA NUEVA OPORTUNIDAD PARA LOS VETERINARIOS.

Cristina Muñoz

Todos sabemos que la aparición y propagación de las infecciones causadas por bacterias resistentes al tratamiento con antibióticos constituye una de las amenazas más graves a las que nos enfrentamos, y supone uno de los retos más importantes para la medicina moderna.

Este fenómeno ya ha alcanzado niveles alarmantes en muchas partes del mundo. La resistencia bacteriana ya comporta una pesada carga social y económica; se estima que las infecciones por bacterias resistentes causan un total de 33.000 muertes anuales solo en la Unión Europea (UE) y más de 700.000 muertes al año en todo el mundo.

El aumento de la resistencia a los antimicrobianos se debe a diversos factores, pero el uso inapropiado e indiscriminado de los antibióticos es, sin duda, uno de los que más contribuyen a la aparición de este fenómeno, que causa un gran impacto clínico, epidemiológico y microbiológico.

Combatir la resistencia antibiótica también es una prioridad de la UE, que ha establecido una estrategia común para hacer frente al problema de una forma mas efectiva. En noviembre del año 2011, el Parlamento Europeo publicó una resolución no legislativa por la que se estableció un Plan Director de Acción sobre Resistencias Antimicrobianas (2011-2016) que estimuló la puesta en marcha de planes nacionales en 13 países. El segundo plan de acción sobre resistencias a antibióticos de la UE, publicado en junio de 2017, establece un marco global para una acción más amplia destinada a reducir la aparición y propagación de la resistencia a los antimicrobianos y a incrementar, dentro y fuera de la UE, la investigación y la disponibilidad de nuevos antimicrobianos.

En 2014 y desde la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS) se impulsó la creación de un plan estratégico y de acción para reducir el riesgo de selección y diseminación de resistencias a los antibióticos, movilizando a todos los profesionales involucrados y dando cumplimiento al requerimiento de la Comisión Europea.

Así se puso en marcha el Plan Nacional frente a la Resistencia a los Antibióticos (PRAN) con un período de vigencia de cinco años (2014-2018) y un enfoque integral o de una sola salud con el objetivo de frenar, en la medida de lo posible, este grave problema.

Para ello el plan se ha estructurado en torno a seis áreas de trabajo comunes para la salud humana y veterinaria, de acuerdo con la mencionada perspectiva de una sola salud: vigilancia, control, prevención, investigación, educación y comunicación.

Entre los avances más destacados de este plan nacional, coordinado con el apoyo permanente de los Ministerios de Sanidad y Agricultura podemos destacar en el área de sanidad animal el "Acuerdo para la Reducción Voluntaria del Consumo de Colistina en el Sector del Ganado Porcino". A la luz del éxito obtenido con el Programa Reduce en porcino y tras evaluar el estado del resto de sectores en relación al consumo de antibióticos, el PRAN ha puesto en marcha acuerdos similares con los representantes de los principales sectores de producción animal: bovino; avicultura; cunicultura; ovino y caprino.

Los objetivos de estos acuerdos son, primordialmente, reducir el consumo total de antibióticos, definir e implantar pautas de manejo y tratamiento con base científica para un uso más racional de los antibióticos que evite la proliferación de las resistencias y servir de ejemplo y experiencia para otras ganaderías.

Concretamente en el sector bovino se ha firmado el "Acuerdo para el Uso Razonable de los Antibióticos en Bovino de Carne y Bovino de Leche".

En el caso del bovino de carne, se han establecido objetivos de reducción específicos: eliminar por completo el uso sistemático de las premezclas medicamentosas con antibióticos en su composición; limitar el uso de antibióticos en solución oral a necesidades clínicas definidas y justificadas; y determinar los mejores antibióticos para cada patología.

El sector del bovino de leche ha identificado compromisos para cada uno de los integrantes del acuerdo (ganadero, veterinario, cooperativa, etc.) que deben cumplir no solo con el objetivo de reducir el uso de antibióticos, sino también con el de disminuir la necesidad de usarlos.

En diciembre de 2018 finalizó el primer plan; es tiempo de identificar las fortalezas y las debilidades que ha tenido este primer proyecto, para así poder establecer los cimientos que nos sirvan de base en la realización de nuestro segundo PLAN.

En general podemos decir que el primer plan ha sido un buen punto de partida. Hemos trabajado mucho pero, tal y como reflejan los resultados, el PRAN ha constituido un notable ejemplo de colaboración multisectorial; los logros obtenidos hasta ahora se deben precisamente a este espíritu de colaboración y al compromiso que los distintos sectores implicados en el problema de la resistencia han mostrado desde que la estrategia nacional se puso en marcha en el año 2014

Tenemos resultados medibles, y estos nos indican que estamos en el buen camino. El consumo total de antibióticos en el ámbito de la salud humana se ha reducido un 4,34% y en el ámbito de la sanidad animal, se ha registrado una reducción de las ventas de antibióticos de un 14%.

Bien, pues después de estos cinco años de trabajo ahora empezamos una nueva etapa. Hemos adoptado un nuevo plan 2019-2021.

Este nuevo plan se ha elaborado con el mismo espíritu de colaboración y compromiso que ha regido el trabajo durante la etapa anterior. Podemos decir que este nuevo plan comienza sobre una base más sólida, construida con el trabajo conjunto que todos hemos realizado durante los últimos cinco años.

Pero también comienza con nuevos retos. Como sabéis tenemos una nueva legislación de medicamentos veterinarios y de piensos medicamentosos que, entre otras cosas, incluye nuevas normas que constituyen un marco más adecuado para el

uso de antimicrobianos en animales, limitando el uso de antibióticos utilizados como último recurso para el tratamiento de determinadas infecciones en seres humanos, con el objetivo de preservar su eficacia.

Este nuevo marco exige que estemos preparados para poder dar respuestas a todos los nuevos retos que implica. Vamos a necesitar trabajar en nuevos métodos de diagnóstico, alternativas al uso de antibióticos, en medidas para reducir la necesidad de uso de antibióticos etc.

Pero sobre todo vamos a necesitar una nueva actitud para asegurar un futuro esperanzador y evitar que lleguemos a la llamada *"era posantibiótica"* con todo lo que esto implica.

La colaboración de todos los implicados es muy necesaria para poner en marcha todas estas iniciativas de manera urgente y coordinada en el ámbito local, nacional e internacional. Estas medidas implican el compromiso total de toda la ciudadanía y todos los profesionales que trabajan en las áreas de salud humana, sanidad animal y medio ambiente. El denominado enfoque "One Health" o para "una única salud" es el único camino posible a seguir en la búsqueda de soluciones frente al problema de la resistencia. Conseguir que los antibióticos sigan funcionando está en manos de todos.

ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DE LOS CARBOHIDRATOS - APLICACIONES PRÁCTICAS PARA LA ALIMENTACIÓN DE TERNERAS

J. D. Quigley

Los terneros jóvenes deben completar el desarrollo adecuado del rumen antes del destete para que los nutrientes del alimento seco puedan ser digeridos y absorbidos adecuadamente para su mantenimiento y crecimiento. El desarrollo del rumen, así como la capacidad fermentativa, es impulsado por el consumo de carbohidratos fermentables. Por lo tanto, la ingesta temprana de carbohidratos altamente fermentables como el almidón y el azúcar en los iniciadores para terneros son factores clave para el desarrollo del rumen y la preparación para el destete.

Los métodos para calcular la energía en los iniciadores para terneros en la mayoría de los modelos de requerimientos de nutrientes para rumiantes ignoran los cambios asociados con la maduración del desarrollo gastrointestinal. Más bien, muchos modelos (por ejemplo, el Consejo Nacional de Investigación de 2001) usan coeficientes de digestión para los componentes del alimento (proteína, grasa, fibra y carbohidratos no fibrosos) que han sido determinados utilizando ganado lechero maduro. Por lo tanto, antes de la función madura del rumen, las estimaciones de energía metabolizable (EM) en los alimentos para los terneros pueden ser sobreestimadas.

Esta presentación revisará la investigación reciente de nuestro laboratorio que ha monitoreado los cambios de la digestibilidad de los nutrientes de los alimentos secos de 0 a 16 semanas de edad. La digestión de los carbohidratos cambia notablemente con el cambio en la ingesta de iniciadores para los terneros. Se evaluaron numerosas variables con respecto a la ingesta, la edad, el programa de alimentación con leche y varios factores ambientales. Nuestra investigación descubrió que el consumo acumulativo de carbohidratos no fibrosos era el factor más importante que afectaba el cambio en la digestión total del tracto de la mayoría de los nutrientes, incluyendo la digestión de fibra de detergente neutral y carbohidratos no fibrosos.

Modelamos cambios en la digestión y utilizamos coeficientes de digestibilidad para estimar la EM en iniciadores para terneros. Luego comparamos estas estimaciones con los cálculos de la publicación de la NRC de 2001. Antes de consumir una cantidad adecuada de carbohidratos no fibrosos, las estimaciones de EM calculadas usando ecuaciones de NRC sobreestimaron el contenido de EM de los iniciadores para terneros - en algunos casos, la concentración de EM fue sobreestimada hasta en un 50%. Proponemos un método mejorado para estimar la EM en iniciadores de terneros y un método novedoso para determinar cuándo la función del rumen ha alcanzado la madurez suficiente para permitir el destete de la dieta líquida.

ENGLISH VERSION

STRUCTURE AND FUNCTION OF CARBOHYDRATES – PRACTICAL APPLICATIONS FOR FEEDING OF CALVES

J. D. Quigley

Young calves must complete adequate rumen development prior to weaning so that nutrients from dry feed may be adequately digested and absorbed for maintenance and growth. Development of the rumen, as well as fermentative capability, is driven by consumption of fermentable carbohydrate. Thus, early intake of highly fermentable carbohydrates such as starch and sugar in calf starters are key drivers of rumen development and preparation for weaning.

Methods to calculate energy in calf starters in most models of nutrient requirements for ruminants ignore changes associated with maturation of gastrointestinal development. Rather, many models (e.g., 2001 National Research Council) use coefficients of digestion for feed components (protein, fat, fiber and non-fiber carbohydrates) determined using mature dairy cattle. Thus, prior to mature rumen function, estimates of metabolizable energy (ME) in calf feeds may be overestimated.

This presentation will review recent research from our laboratory that has monitored changes in digestibility of nutrients from dry feeds from 0 to 16 weeks of age. Digestion of carbohydrates notably changes with changing intake of calf starters. We evaluated numerous variables regarding intake, age, milk feeding program, and several environmental factors. Our research discovered that cumulative intake of non-fiber carbohydrate was the most important factor affecting the change in total tract digestion of most nutrients, including digestion of neutral detergent fiber and non-fiber carbohydrate.

We modeled changing digestion and utilized digestibility coefficients to estimate ME in calf starters. We then compared these estimates to calculations from the 2001 NRC publication. Prior to consumption of an adequate amount of non-fiber carbohydrate, estimates of ME calculated using NRC equations overestimated the ME content of calf starters – in some cases, the ME concentration was overestimated as much as 50%. We propose an improved method of estimating ME in calf starters and a novel method of determining when rumen function has reached sufficient maturity to allow weaning from the liquid diet.

SISTEMA INFORMÁTICO CENTRAL DE CONTROL DE PRESCRIPCIONES VETERINARIAS DE ANTIBIÓTICOS

Carmen González Martín

Se pretende dar una visión de las diversas actuaciones que son competencia del MAPA, relacionadas con las resistencias antimicrobianas, tanto en vigilancia, como en control y prevención.

Dentro de la vigilancia se explicara, el programa de vigilancia de bacterias zoonóticas y comensales y el plan de vigilancia de la colistina. Uno de los puntos que revierten más interés es el relacionado con los diversos programas de control, en los que se incluyen de una manera u otra el control de medicamentos veterinarios, a llevar a cabo por las autoridades oficiales, en este punto habría que destacar por su implicación directa 3 de ellos:

- **Programa nacional de control oficial de la distribución, prescripción y dispensación de los medicamentos veterinarios**
- **Programa Nacional De Control Oficial De Higiene De La Explotación Ganadera**
- **Plan Nacional de Investigación de Residuos PNIR**

Para cada uno de ellos se explicará el contenido de los mismos, así como los resultados en cuanto número de controles realizados e incumplimientos detectados en el último año.

Dentro de las acciones llevadas a cabo por el MAPA, merece especial atención lo relativo a la normativa de reciente aplicación, por la que se regula el sistema informático de control de prescripciones veterinarias de antibióticos **(PRESVET)**, **Real Decreto 191/2018**, en este punto, se explicará el objetivo de la legislación, así como las diferentes formas de conexión al sistema informático, los perfiles de los diferentes usuarios, y los datos mínimos a comunicar por los veterinarios.

También se expondrán un resumen y análisis de los datos del sistema de forma actualizada, con prescripciones tanto por especies, como por sustancia activa y por Comunidades Autónomas

INDUSTRIA 4.0 DE LA NUEVA GRANJA A LA NUEVA MESA

Dra. Erica Muela

A pesar de la madurez del sector vacuno, las nuevas tendencias del mercado están imponiendo cambios en el mismo. La gran distribución está aumentando los requerimientos para la venta de carne a un nivel superior porque la manera en la que quieren obtener beneficios está cambiando, y el motor del cambio es el consumidor, no siempre como tal sino también "por y para él". Esta ponencia expone el punto de vista desde la experiencia personal como proveedor y como gran distribuidor en estas 2 cuestiones: ¿qué quiere la gran distribución del mercado de carne de vacuno? y ¿qué valores aprecia en la canal y la carne que le suministran sus proveedores?

Como es evidente, la gran distribución está interesada en obtener beneficios. Sin embargo, en el nuevo mercado, lo que se está quedando obsoleto es el vender por cantidad; en cambio, se está imponiendo el modelo de vender por calidad, aunque ello suponga a veces que sólo implique un buen marketing, incluso creando necesidades que el consumidor no tenía anteriormente.

Bajo este prisma, y desde mi experiencia personal, los requerimientos de la nueva gran distribución hacia el sector de vacuno de carne son los siguientes:

1) Soluciones. Entendidas desde 2 puntos de vista, aparentemente opuestos pero complementarios. Uno dirigido a la búsqueda de cuota de mercado, bien por elección de nichos de consumo, o bien por venta masiva. Y dos, dirigido hacia la resolución de problemas reales que tenga cada distribuidor, porque cada unidad que no se venda le supone un daño económico, además de que esto puede llevar a la compra a otro distribuidor o al daño en su imagen y que disminuya la intención de compra.
2) Innovación. El sector de vacuno de carne, con cifras en la mano, se está quedando atrás respecto a otros en cuanto a potencial investigador e innovador. Tanto en número de proyectos de investigación como en tecnologías aplicadas en la industria real, otros sectores de ganadería de abasto llevan la iniciativa. Y este hecho es mucho más evidente si comparamos España con otros países a nivel mundial. El sector parece que piensa que es muy difícil innovar pero un simple cambio de faenado o formato puede dar lugar a nuevos productos y éstos, de cara a la gran distribución, son innovación.
3) Rapidez, proactividad y adaptación. La gran distribución, debido a la extrema competencia que existe en el mercado, necesita los nuevos productos o mejoras en el menor tiempo posible para ser los primeros en salir al mercado. Por eso, la clave del sector es ser proactivos, ofrecer propuestas de una manera constante y nunca perder de vista lo que diga el consumidor. De todo esto se deriva la necesidad de una gran capacidad de adaptación.
4) Sostenibilidad. Englobaría lo que actualmente se conoce como "economía circular" y debería incluir a todos los eslabones del sector, desde la cría del ganado hasta los envases. Porque, en mayor o menor medida, la presión social y gubernamental que se está ejerciendo en estos aspectos es cada vez mayor. Y cualquier flaqueza en este eslabón puede debilitar al sector.
5) Calidad. Una calidad transversal, que abarque todos los aspectos del producto. En cuanto a la calidad de la canal, el mercado sigue comprando en relación a los parámetros clásicos de conformación y engrasamiento. Pero, a día de hoy, es necesario considerar otras variables porque, por ejemplo, canales de gran tamaño pueden suponer un reto y una disminución en la calidad del producto final por problemas relacionados con el sacrificio y/o la carnización.

En cuanto a calidad de carne, la gran distribución requiere que sea impecable y homogénea, ya que, en definitiva, es lo que ve el consumidor y lo que se espera es fidelizarlo y esto, a día de hoy, es la clave del éxito. Además de a nivel microbiológico, la calidad físico-química (por ejemplo, la el perfil de ácidos grasos) y sensorial (por ejemplo, el sabor) son requerimientos que la gran distribución está incluyendo en sus parámetros de venta y, dado el nuevo mercado, donde cada vez exigen más a la cadena de producción. En este sentido es vital cuidar todos los factores de la cadena, ya que no importa un bien trabajo en todas las fases anteriores de la producción, que si el final de la cadena no se trabaja adecuadamente, se disminuye la calidad.

Toda la calidad engloba un cuarto objetivo que agrupa todas las características anteriores, que es la prolongación de la vida útil del producto. Cada vez más, la gran distribución necesita más días para vender su producto en perfecto estado. Porque, evidentemente, lo que se busca un beneficio económico. Y es un error pensar que este beneficio lo obtiene sólo este eslabón, porque, realmente, se refleja en toda la cadena.

Como reflexión final, el sector no debería pensar en qué quiere la gran distribución del mercado de la carne de vacuno y qué valores aprecia, sino en qué debe hacer el sector con la gran distribución para fidelizarla, tal y como ella hace con los consumidores.

ESTRATEGIAS PARA MEJORAR LA INMUNIDAD PASIVA Y ACTIVA EN TERNERAS

Angel Abuelo DVM, MRes, MSc (Vet Educ), PhD, Dip. ECBHM, Dip. ABVP (Dairy Practice), FHEA, MRCVS

Importancia de la fase de recría

La recría supone entre el 15 y el 20% del coste total de producción de una granja (Heinrichs, 1993). Por ello es importante estimar en cada granja el costo de criar una ternera desde el nacimiento hasta el parto. Éste puede variar significativamente entre establos y sistemas de producción. Por ejemplo, en varios estudios estas figuras han variado entre 990 – 1,603 € de media (Gabler *et al.*, 2000, Mohd Nor *et al.*, 2012, Boulton *et al.*, 2017).

Otro factor crítico que determinar es el "umbral de rentabilidad" de la recría, o lo que es lo mismo, en qué punto de la etapa productiva (lactancia) de los animales éstos generan suficiente ganancia para cubrir sus costes de cría; ya que esto marcará el momento en el que el animal realmente empieza a ser rentable para la explotación. Al igual que para el coste de recría, existe una gran variación entre granjas. El estudio de Boulton *et al.* (2017) señaló que la media se encontraba en los 530 días tras el primer parto (1.5 lactaciones). Esto supone que cuando una vaca no empieza a generar una ganancia neta hasta aproximadamente la mitad de su segunda lactación. Además, si una vaca abandona una granja antes de alcanzar este punto umbral, esto supone una pérdida neta para el establo, ya que no ha pagado sus costes de recría. Si se tiene en cuenta que el 11% de novillas no alcanzan el primer parto, y el 19% no llegan a un segundo parto (Brickell and Wathes, 2011), un numero importante de vacas abandonan las explotaciones sin generar suficiente ganancia para cubrir el gasto de su crianza.

Relevancia de las enfermedades neonatales

Uno de los factores que influyen en el porcentaje de pérdidas de animales antes de alcanzar el umbral de rentabilidad, bien de forma directa o indirecta, es la elevada incidencia de enfermedades en la etapa neonatal. En EE. UU., la tasa de mortalidad es del 6.4% y la de morbilidad del 33.9% en terneras antes del destete (NAHMS, 2014); siendo la diarrea (18.9%) y la neumonía (11.3%) las enfermedades más prevalentes.

Además de incrementar la probabilidad de que las terneras afectadas por estas patologías no alcancen el umbral de rentabilidad, la incidencia de estas enfermedades aumenta los costes de recría debido a los costes de tratamiento y pérdidas de ganancia de peso. El coste medio de tratamiento por caso de diarrea fue de $19.5 (Gow *et al.*, 2005) y $21.7 por caso de neumonía (NAHMS, 2011). Terneras afectadas por diarrea o neumonía tuvieron un peso inferior medio de 4.5 y 8.4 kg, respectivamente, a las 12 semanas de vida (Curtis *et al.*, 2018). Por último, las terneras que se ven afectadas por un episodio de diarrea o neumonía en el periodo neonatal tienen una menor eficiencia reproductiva y una producción láctea inferior cuando alcanzan el primer parto en comparación con aquellas que no experimentaron un episodio de estas patologías (Aghakeshmiri *et al.*, 2017, Teixeira *et al.*, 2017).

La aparición de cualquier enfermedad infecto-parasitaria es un proceso multifactorial, que depende de factores relacionados con el animal, el ambiente, y el/los patógenos. Considerando que el ambiente y la presencia de patógenos no suelen variar con respecto a otras fases, la gran prevalencia de enfermedades en el periodo neonatal se suele atribuir a factores relacionados con el propio animal. Concretamente, con el hecho de que las terneras son incapaces de montar una respuesta inmunitaria efectiva en la vida temprana.

Inmunología neonatal

Antes de estudiar aquellas estrategias disponibles para mejorar la respuesta inmunitaria en terneras, es necesario revisar unos principios básicos de inmunología, así como en el desarrollo del sistema inmunitario en terneras.

Clasificación del sistema inmunitario

La respuesta inmunitaria se suele clasificar en inmunidad innata e inmunidad adquirida, y cada uno de estos tipos de inmunidad tienen componentes celulares y humorales. Las características principales de cada tipo de inmunidad y sus principales componentes se indican en la Tabla 1.

Tabla 1: Clasificación simplificada de los componentes del sistema inmunitario

	Inmunidad mediada por Células	**Inmunidad Humoral**	*Características*
Inmunidad Innata	Fagocitos (neutrófilos, macrófagos, células NK, etc.)	- Complemento - Inflamación - Barreras físicas (piel, saliva, ácido estomacal, mucosas, etc.)	• Respuesta genérica y reconocimiento de patógenos • No memoria prolongada • Respuesta rápida o inmediata
Inmunidad Adquirida	Linfocitos T	Anticuerpos (producidos por linfocitos B)	• Respuesta específica a patógenos • Produce memoria • Requiere tiempo para desarrollarse

Lógicamente, esta es una clasificación simplificada y hay que tener en cuenta que los diferentes componentes del sistema inmunitario funcionan sinérgicamente y hay comunicación entre los diferentes componentes a numerosos niveles, por lo que ambos tipos de inmunidad (innata y adquirida) son necesarias. No obstante, la inmunidad adquirida es la que intentamos desarrollar mediante la vacunación, al ser la que ofrece protección al largo plazo debido a su capacidad de generar memoria, de forma que protege a las terneras frente a futuras infecciones reales.

Desarrollo del sistema inmunitario

Existe la idea equivocada de que las terneras nacen sin un sistema inmunitario. Al contrario, el desarrollo del sistema inmunitario tiene lugar durante el periodo fetal. El timo (donde tiene lugar el desarrollo de los linfocitos T) es evidente a los 40 días de gestación. Los fetos son capaces de responder a algunas infecciones virales a partir de los 70 días de gestación y en el tercer trimestre los fetos son capaces de responder a muchas otras infecciones (bacterianas, virales, etc.). Y la mayor expansión de

células inmunitaritas tiene lugar durante el último mes de gestación (Higgins *et al.*, 1983). No obstante, terneras que no han sufrido infecciones intrauterinas nacen con concentraciones de anticuerpos en sangre no detectables, debido a que su sistema inmunitario no fue estimulado con anterioridad. Además, la funcionalidad de otros componentes del sistema inmunitario es también inferior a vacuno adulto. Por ejemplo, la actividad del complemento es inferior, y la funcionalidad de células inmunitarias tanto de la respuesta innata (neutrófilos, macrófagos, células presentadoras de antígeno) como de la adquirida (linfocitos T y B) es menor que en vacuno adulto. De hecho, Rajaraman *et al.* (1997) demostraron que los linfocitos de terneras neonatas son hipo-sensibles a la estimulación en comparación con vacas no preñadas, lo que puede contribuir a la mayor susceptibilidad de las becerras a infecciones. Normalmente se considera que la respuesta inmunitaria de las terneras no se equipara a la de vacuno adulto hasta que éstas llegan a la pubertad. Por ello, se debe considerar que las terneras nacen con un sistema inmunitario funcional pero ingenuo (que no ha sido estimulado) e inmaduro. En consecuencia, para mejorar la inmunidad en estos animales es necesario estimular su sistema inmunitario, favorecer la madurez de este, y proteger frente a infecciones mientras que su proprio sistema inmunitario se desarrolla.

Estrategias para mejorar la inmunidad en terneras neonatas

Manejo de la vaca gestante

Como hemos visto anteriormente, el desarrollo del sistema inmunitario de las terneras comienza en la etapa fetal. Por ello, aquellas condiciones que afectan a las vacas gestantes tienen el potencial de afectar al desarrollo inmunitario de las terneras. Por ejemplo, la exposición a estrés metabólico (movilización de tejido adiposo, inflamación, y estrés oxidativo) durante el último mes de gestación está asociado con alteraciones del metabolismo y sistema inmunitario de terneras durante el primer mes de gestación (Ling *et al.*, 2018). De forma similar, la exposición a estrés por calor durante la gestación tardía está asociada con similares alteraciones, que continúan a tener un impacto negativo en la fase productiva de los animales (Tao *et al.*, 2019).

Por ello, es necesario asegurar un correcto manejo de la vaca seca para influir positivamente en el desarrollo del sistema inmunitario de las terneras una vez que estas nazcan. El estudio de diferentes intervenciones en las vacas secas con el objetivo de mejorar la salud de las terneras es un campo activo de investigación en la actualidad. Una de las estrategias ya probadas es la suplementación con el aminoácido limitante metionina (Met), que resulta en alteraciones del peso al nacer, crecimiento, metabolismo, una disminución del estado oxidativo y una mejora de la función de los neutrófilos en las terneras (Jacometo *et al.*, 2016, Alharthi *et al.*, 2018, Jacometo *et al.*, 2018). No obstante, el impacto de esta u otras intervenciones en la incidencia de enfermedades neonatales todavía no ha sido establecida.

Manejo del calostro

La importancia de un correcto aporte de calostro no puede ser pasada por alto al hablar de inmunología neonatal en terneras. El calostro, administrado en tiempo y forma, es el mecanismo que tienen los rumiantes de transferir inmunidad de la madre a la ternera ya que la naturaleza epiteliocorial de la placenta no permite su transferencia dentro del útero. Tradicionalmente, la transferencia pasiva de inmunidad vía calostro se ha centrado principalmente en la transferencia de inmunoglobulinas. No obstante, además de anticuerpos, el calostro aporta células inmunitarias maternas que también son absorbidas y cuenta con una concentración elevada de diversas hormonas, factores de crecimiento, energía, y nutrientes que son beneficiosos para el desarrollo de las becerras. Sin embargo, algunas prácticas relativamente comunes de manejo del calostro (por ejemplo, pasteurización, congelación, etc.) disminuyen o destruyen estos componentes. Los terneros que ingieren calostro con células maternas mostraron una capacidad más rápida para activar la respuesta inmunitaria, así como respuestas frente a patógenos medibles al día 1 de vida (Reber *et al.*, 2008a, b). Además, la ingesta y absorción de células maternales calostrales resulta en una mejora del estado inmunitario durante el primer mes de vida (Langel *et al.*, 2015), un desarrollo más rápido de células presentadoras de antígeno (Reber *et al.*, 2006, Reber *et al.*, 2008a, b), y una mayor respuesta a la vacunación hasta 6-10 meses de edad (Langel *et al.*, 2016). No obstante, en muchos casos por motivos prácticos o sanitarios (p. ejemplo en el control de transmisión de infecciones) no siempre es posible administrar calostro fresco, ya que las células calostrales no superan la congelación o pasteurización. Además, el proceso de pasteurización de 60 ºC durante 60 min se ha optimizado para reducir la carga bacteriana sin afectar significativamente la concentración de inmunoglobulinas, pero es posible que otras macro- y micromoléculas se dañen durante este proceso y se desconocen los posibles efectos a corto y largo plazo que esto pueda tener.

Las terneras que no adquieren vía calostro la cantidad suficiente de anticuerpos (establecida en 10 g/L de IgG) sufren de fallo en la transferencia pasiva de inmunidad (FTPI). Las terneras con FTPI muestran una mayor mortalidad e incidencia de enfermedades, y una menor ganancia de peso (81 g/día) que aquellas con adecuada inmunidad pasiva (Raboisson *et al.*, 2016). De hecho, Raboisson *et al.* (2016) estimaron el coste medio por cada caso de FTPI en vacuno de leche en 60 € (intervalo de confianza: 10-109 €). Por ello es esencial para el desarrollo de la ternera el garantizar la transferencia de inmunidad vía calostro. Para ello, el calostro debe ser administrado en cantidad y calidad de forma rápida e higiénica:

- *Calidad*: Se refiere principalmente a la concentración de anticuerpos en el calostro, ya que el calostro con alta concentración de anticuerpos es más fiable a la hora de transferir suficiente inmunidad a las terneras. Se considera que el mínimo de calidad del calostro bovino debe ser de 50 g/L de IgG (Godden, 2008). Existen numerosos factores que afectan la calidad del calostro (Tabla 2), algunos de los cuales, aunque no todos, pueden ser influenciados por prácticas de manejo. No obstante, es necesario siempre medir la calidad del calostro. Por suerte, existen varios métodos para poder estimar la concentración de IgG del calostro en las granjas (Abuelo and Alves-Nores, 2016). La estimación visual se debe desaconsejar, ya que se ha demostrado que tiene una precisión muy baja. Los mejores métodos son el calostrómetro y la refractometría Brix. No obstante, el calostrómetro es susceptible a variación con la temperatura y además tiende a sobre estimar la concentración de IgG, y para poder determinar una concentración real de 50 g/L la lectura en el calostrómetro ha de realizarse a 80 g/L (Bartier *et al.*, 2015). Por el contrario, el refractómetro Brix es de más fácil manejo y ofrece una precisión (sensibilidad/especificidad) similar cuando se usa el 23% Brix como punto de corte (Bartier *et al.*, 2015).
-

Tabla 2: Factores que afectan la concentración de calostro

Factor	Notas
Duración del período de secado	Los períodos secos de menos de 5 semanas probablemente disminuyan la calidad del calostro.
Retraso en el primer ordeño después del parto	La calidad del calostro disminuye a medida que se mantiene en la ubre
Volumen de calostro en el primer ordeño	Alto volumen de calostro en el primer ordeño (es decir, más de 8,5 litros) puede significar que la calidad es peor, pero siempre debe probar el calostro antes de desechar.
Vacunación de la vaca seca	La vacunación de 3 a 6 semanas antes del parto aumenta las concentraciones de anticuerpos específicos en el calostro.
Edad de la madre	Las vacas más viejas generalmente tienen calostro de mejor calidad (debido a una mayor exposición enfermedad), pero algunas novillas producen calostro de alta calidad. Por ello, hay que comprobar siempre la calidad del calostro.
Raza de la madre	Jerseys tienden a tener niveles más altos de IgG debido al menor volumen de calostro, pero aún así se debe comprobar la calidad del calostro.
Mastitis / Recuento de células alto en la madre	- No se debe usar calostro con sangre o coágulos. - Medir la concentración de IgG en vacas con recuentos altos de células somáticas
Parto prematuro	Las vacas que paren temprano (inducidas o naturalmente) generalmente producen calostro con menor nivel de IgG.

- *Cantidad*: La cantidad de calostro necesaria para garantizar la eficacia de la transferencia pasiva de inmunidad depende de varios factores, como son la propia calidad del calostro (mayor volumen necesario para aportar las suficientes IgG), el peso de la ternera (relacionado con el volumen de sangre circulante y capacidad del abomaso), el tiempo transcurrido desde el nacimiento (menor absorción cuanto más tiempo), o la higiene del calostro (anticuerpos no disponibles para absorción a mayor carga bacteriana), entre otros. Lo ideal para terneras de un peso medio de 40 kg es administrar 2 L de calostro de buena calidad en las primeras 2h de vida y otros 2 L a las 12 h, de forma que en las primeras 12 h se ingiera el 10% del peso vivo de la ternera. Teniendo en cuenta que no existe diferencia en la absorción de IgG dependiendo del método de administración -tetilla vs. sondaje esofágico- (Besser *et al.*, 1991), se deben sondar a aquellas terneras que no presentan un reflejo de succión adecuado para asegurar la correcta transferencia de inmunidad.
- *Rapidez:* Es necesario ordeñar a la vaca en las primeras horas tras el parto para garantizar la colección de calostro de calidad ya que retrasar la recolección de calostro más de 2 h después del parto disminuye significativamente la concentración de IgG en el calostro debido a los efectos de dilución y porque los anticuerpos del calostro se difunden pasivamente al torrente sanguíneo de la vaca (Moore *et al.*, 2005, Morin *et al.*, 2010, Conneely *et al.*, 2013). Asimismo, es necesario administrar la suficiente cantidad de IgG de forma rápida tras el parto ya que la eficiencia de la absorción de inmunoglobulinas por las terneras disminuye en un tercio en las primeras 6h de vida y se detiene por completo a las 24-36h (McGuirk and Collins, 2004).
- *Higiene*: Se refiere a la calidad microbiológica del calostro. La presencia de bacterias reduce la absorción de IgG (Godden *et al.*, 2006). Por ello es necesario ofrecer calostro con una baja cantidad de bacterias. Se suele considerar que el límite de contaminación bacteriana es de 100,000 unidades formadoras de colonia (UFC)/mL para bacterias totales, y 10,000 UFC/mL para coliformes (Godden, 2008). Por ello la higiene en los procesos de colección y almacenaje de calostro son esenciales. De la misma forma, los cambios de temperatura (refrigeración, congelación, descongelamiento) deben realizarse de forma rápida y en envases con una gran superficie de contacto para disminuir el tiempo en el que hay sobrecrecimiento bacteriano. Se estima que las bacterias del calostro se duplican cada 20 minutos a temperatura ambiente de 20 ºC. Varios estudios han indicado porcentajes muy altos de muestras de calostro con contaminación bacteriana en varios países (Morrill *et al.*, 2012, McAloon *et al.*, 2016, Phipps *et al.*, 2016, Abuelo *et al.*, 2019).

Además de establecer un protocolo de administración de calostro adecuado, es necesario establecer protocolos para controlar la eficiencia del manejo del calostro. Teniendo en cuenta que la concentración de IgG se mantiene relativamente estable durante la primera semana de vida (Wilm *et al.*, 2018), se debe estimar la concentración de IgG de forma regular (semanal, quincenalmente, o mensualmente dependiendo del tamaño del establo) en una muestra representativas de terneras de 1 a 7 días de edad. Se necesita un tamaño muestral mínimo de 12 animales para obtener una muestra representativa (McGuirk and Collins, 2004). La cantidad de IgG en el suero se puede estimar a pie de campo mediante varios métodos (Abuelo and Alves-Nores, 2016). Los más comunes son la determinación de proteínas totales o Brix mediante refractometría. El punto de corte a utilizar depende del objetivo de la determinación, ya que cada punto de corte tiene una sensibilidad y especificidad determinada (Tabla 3). El autor prefiere maximizar la sensibilidad de la prueba para minimizar el número de animales con concentraciones inadecuadas de IgG que son clasificados como adecuada transferencia pasiva de inmunidad (falsos negativos). El objetivo es alcanzar > 85% de los animales con concentraciones superiores a 5.5 g/dL o >90% con concentraciones superiores a 5.2 g/dL.

Tabla 3: Sensibilidad y Especificidad de distintos puntos de corte para la estimación de la prevalencia de FPTI en granjas

Prueba	Punto de corte	Sensibilidad	Especificidad	Referencia
Proteínas séricas totales	5.0 g/dL	59.0%	96.0%	(Tyler *et al.*, 1996)
	5.2 g/dL	76.1%	89.3	(Buczinski *et al.*, 2018)
	5.5 g/dL	88.2%	77.9	(Buczinski *et al.*, 2018)
Brix	8.4%	88.9%	88.9%	(Deelen *et al.*, 2014)

Vacunaciones

La vacunación es esencial para aumentar la inmunidad de los animales y reducir la incidencia y la gravedad de enfermedades. Desafortunadamente, una respuesta de memoria efectiva a la vacunación no comienza hasta que las terneras tienen entre 2 y 4 meses de edad debido a la poca capacidad de respuesta en la etapa temprana de la vida (Barrington and Parish, 2001, Windeyer *et al.*, 2017). Los terneros neonatales experimentan una respuesta de memoria significativamente reducida después de la vacunación y tradicionalmente esto se ha atribuido a la interferencia de los anticuerpos maternos transferidos pasivamente (Brar *et al.*, 1978, Menanteau-Horta *et al.*, 1985, Barrington and Parish, 2001, Cortese, 2009). No obstante, esto se debía a que se consideraba que la ausencia de aumento de anticuerpos tras

la vacunación indicaba un fallo de respuesta a esta. Estudios más recientes han demostrado que la vacunación en presencia de anticuerpos maternales es capaz de inducir respuestas de linfocitos T aunque los niveles anticuerpos no aumenten, disminuir los signos clínicos de enfermedad cuando los terneros se exponen posteriormente a la infección (protección contra la exposición), inducir una respuesta de la memoria una vez que los anticuerpos maternos se han ido, y prolongar los títulos de anticuerpos (Endsley *et al.*, 2003, Chamorro *et al.*, 2016). Por ello, las terneras son capaces de responder a la vacunación en los primeros días de vida, pero estas respuestas serán más débiles y menos efectivas que en adultos. Sin embargo, es cierto que a mayores concentraciones de anticuerpos maternales la respuesta a la vacunación parenteral disminuye, por lo que no se recomienda administrar vacunas parenterales en la primera semana de vida a no ser que sea necesario. En la primera semana se pueden administrar vacunas intranasales para proporcionar un nivel de protección. Estas vacunas intranasales se desarrollaron y probaron en experimentos controlados para permitir la vacunación en presencia de anticuerpos maternos (Hill *et al.*, 2012). Desafortunadamente, estas vacunas solo brindan protección localizada y de corto plazo que dura menos de 30 días (Gerber *et al.*, 1978), pero esto puede ser suficiente para que las vacunas parenterales ofrezcan una protección adecuada.

Es también importante considerar que la exposición repetida a antígenos ayuda a la duración de la respuesta inmunitaria, por lo que las vacunaciones de refuerzo (booster) tienen incluso una mayor relevancia en terneras, ya que la duración de la protección es menor que en vacuno adulto y además ayudan a madurar al sistema inmunitario. Por otro lado, es necesario tener en cuenta el momento de administración de las vacunas. Como norma general, la vacunación debe ser realizada fuera de momentos de estrés (por ejemplo, transporte, descornado, destete, etc.) ya que los corticoides endógenos tienen un efecto inmuno-modulador (en lugar del efecto inmunosupresor asociado con los exógenos), que induce una respuesta inmunitaria sesgada hacia Th2, disminuyendo así la inmunidad mediada por células y con ella la respuesta de memoria, por lo que disminuirá la efectividad de la vacunación.

Conclusiones

Mejorar la inmunidad de las terneras durante el período previo al destete es esencial para reducir la morbilidad neonatal y las tasas de mortalidad en las granjas lecheras y para asegurar la provisión de novillas más sanas y productivas durante toda su vida. Este proceso requiere un enfoque múltiple que comienza con el manejo de la vaca durante la gestación y continúa después del nacimiento asegurando una ingesta adecuada de calostro por parte de la ternera y el uso apropiado de vacunas. Sin embargo, aún se necesitan nuevas estrategias que mejoren la inmunidad innata de los terneros y la capacidad de respuesta de la vacuna durante la fase de destete previo.

Referencias

- Abuelo, A. and V. Alves-Nores. 2016. Point-of-care testing in cattle practice: reliability of cow-side diagnostic tests. In Pract. 38(6):293-302. http://doi.org/10.1136/inp.i2704
- Abuelo, A., P. Havrlant, N. Wood, and M. Hernandez-Jover. 2019. An investigation of dairy calf management practices, colostrum quality, failure of passive transfer of immunity and occurrence of enteropathogens among Australian dairy farms. Submitted.
- Aghakeshmiri, F., M. Azizzadeh, N. Farzaneh, and M. Gorjidooz. 2017. Effects of neonatal diarrhea and other conditions on subsequent productive and reproductive performance of heifer calves. Vet. Res. Commun. 41(2):107-112. http://doi.org/10.1007/s11259-017-9678-9
- Alharthi, A. S., F. Batistel, M. K. Abdelmegeid, G. Lascano, C. Parys, A. Helmbrecht, E. Trevisi, and J. J. Loor. 2018. Maternal supply of methionine during late-pregnancy enhances rate of Holstein calf development in utero and postnatal growth to a greater extent than colostrum source. J Anim Sci Biotechnol 9:83. http://doi.org/10.1186/s40104-018-0298-1
- Barrington, G. M. and S. M. Parish. 2001. Bovine neonatal immunology. Vet. Clin. North. Am. Food Anim. Pract. 17(3):463-476. http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30001-3
- Bartier, A. L., M. C. Windeyer, and L. Doepel. 2015. Evaluation of on-farm tools for colostrum quality measurement. J. Dairy Sci. 98(3):1878-1884. http://doi.org/10.3168/jds.2014-8415
- Besser, T. E., C. C. Gay, and L. Pritchett. 1991. Comparison of three methods of feeding colostrum to dairy calves. J. Am. Vet. Med. Assoc. 198(3):419-422.
- Boulton, A. C., J. Rushton, and D. C. Wathes. 2017. An empirical analysis of the cost of rearing dairy heifers from birth to first calving and the time taken to repay these costs. Animal 11(8):1372-1380. http://doi.org/10.1017/S1751731117000064
- Brar, J. S., D. W. Johnson, C. C. Muscoplat, R. E. Shope, Jr., and J. C. Meiske. 1978. Maternal immunity to infectious bovine rhinotracheitis and bovine viral diarrhea viruses: duration and effect on vaccination in young calves. Am. J. Vet. Res. 39(2):241-244.
- Brickell, J. S. and D. C. Wathes. 2011. A descriptive study of the survival of Holstein-Friesian heifers through to third calving on English dairy farms. J. Dairy Sci. 94(4):1831-1838. http://doi.org/10.3168/jds.2010-3710
- Buczinski, S., E. Gicquel, G. Fecteau, Y. Takwoingi, M. Chigerwe, and J. M. Vandeweerd. 2018. Systematic Review and Meta-Analysis of Diagnostic Accuracy of Serum Refractometry and Brix Refractometry for the Diagnosis of Inadequate Transfer of Passive Immunity in Calves. J. Vet. Intern. Med. 32(1):474-483. http://doi.org/10.1111/jvim.14893
- Chamorro, M. F., A. Woolums, and P. H. Walz. 2016. Vaccination of calves against common respiratory viruses in the face of maternally derived antibodies(IFOMA). Anim Health Res Rev 17(2):79-84. http://doi.org/10.1017/s1466252316000013
- Conneely, M., D. P. Berry, R. Sayers, J. P. Murphy, I. Lorenz, M. L. Doherty, and E. Kennedy. 2013. Factors associated with the concentration of immunoglobulin G in the colostrum of dairy cows. Animal 7(11):1824-1832. http://doi.org/10.1017/S1751731113001444
- Cortese, V. S. 2009. Neonatal immunology. Vet. Clin. North. Am. Food Anim. Pract. 25(1):221-227. http://doi.org/10.1016/j.cvfa.2008.10.003
- Curtis, G., C. McGregor Argo, D. Jones, and D. Grove-White. 2018. The impact of early life nutrition and housing on growth and reproduction in dairy cattle. PLoS One 13(2):e0191687. http://doi.org/10.1371/journal.pone.0191687
- Deelen, S. M., T. L. Ollivett, D. M. Haines, and K. E. Leslie. 2014. Evaluation of a Brix refractometer to estimate serum

immunoglobulin G concentration in neonatal dairy calves. J. Dairy Sci. 97(6):3838-3844. http://doi.org/10.3168/jds.2014-7939

- Endsley, J. J., J. A. Roth, J. Ridpath, and J. Neill. 2003. Maternal antibody blocks humoral but not T cell responses to BVDV. Biologicals 31(2):123-125.
- Gabler, M. T., P. R. Tozer, and A. J. Heinrichs. 2000. Development of a cost analysis spreadsheet for calculating the costs to raise a replacement dairy heifer. J. Dairy Sci. 83(5):1104-1109. http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)74975-7
- Gerber, J. D., A. E. Marron, and C. J. Kucera. 1978. Local and systemic cellular and antibody immune responses of cattle to infectious bovine rhinotracheitis virus vaccines administered intranassally or intramuscularly. Am. J. Vet. Res. 39(5):753-760.
- Godden, S., S. McMartin, J. Feirtag, J. Stabel, R. Bey, S. Goyal, L. Metzger, J. Fetrow, S. Wells, and H. Chester-Jones. 2006. Heat-treatment of bovine colostrum. II: effects of heating duration on pathogen viability and immunoglobulin G. J. Dairy Sci. 89(9):3476-3483. http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72386-4
- Godden, S. 2008. Colostrum management for dairy calves. Vet. Clin. North. Am. Food Anim. Pract. 24(1):19-39. http://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.10.005
- Gow, S., C. Waldner, and C. Ross. 2005. The effect of treatment duration on weaning weights in a cow-calf herd with a protracted severe outbreak of diarrhea in calves. Can. Vet. J. 46(5):418-423, 425-416.
- Heinrichs, A. J. 1993. Raising dairy replacements to meet the needs of the 21st century. J. Dairy Sci. 76(10):3179-3187. http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77656-0
- Higgins, D. A., M. J. Stack, and C. Richardson. 1983. Lymphocyte markers in the bovine foetus. Dev. Comp. Immunol. 7(2):369-377. http://doi.org/https://doi.org/10.1016/0145-305X(83)90018-6
- Hill, K. L., B. D. Hunsaker, H. G. Townsend, S. van Drunen Littel-van den Hurk, and P. J. Griebel. 2012. Mucosal immune response in newborn Holstein calves that had maternally derived antibodies and were vaccinated with an intranasal multivalent modified-live virus vaccine. J. Am. Vet. Med. Assoc. 240(10):1231-1240. http://doi.org/10.2460/javma.240.10.1231
- Jacometo, C. B., Z. Zhou, D. Luchini, E. Trevisi, M. N. Correa, and J. J. Loor. 2016. Maternal rumen-protected methionine supplementation and its effect on blood and liver biomarkers of energy metabolism, inflammation, and oxidative stress in neonatal Holstein calves. J. Dairy Sci. 99(8):6753-6763. http://doi.org/10.3168/jds.2016-11018
- Jacometo, C. B., A. S. Alharthi, Z. Zhou, D. Luchini, and J. J. Loor. 2018. Maternal supply of methionine during late pregnancy is associated with changes in immune function and abundance of microRNA and mRNA in Holstein calf polymorphonuclear leukocytes. J. Dairy Sci. 101(9):8146-8158. http://doi.org/10.3168/jds.2018-14428
- Langel, S. N., W. A. Wark, S. N. Garst, R. E. James, M. L. McGilliard, C. S. Petersson-Wolfe, and I. Kanevsky-Mullarky. 2015. Effect of feeding whole compared with cell-free colostrum on calf immune status: The neonatal period. J. Dairy Sci. 98(6):3729-3740. http://doi.org/10.3168/jds.2014-8422
- Langel, S. N., W. A. Wark, S. N. Garst, R. E. James, M. L. McGilliard, C. S. Petersson-Wolfe, and I. Kanevsky-Mullarky. 2016. Effect of feeding whole compared with cell-free colostrum on calf immune status: Vaccination response. J. Dairy Sci. 99(5):3979-3994. http://doi.org/10.3168/jds.2015-9892
- Ling, T., M. Hernandez-Jover, L. M. Sordillo, and A. Abuelo. 2018. Maternal late-gestation metabolic stress is associated with changes in immune and metabolic responses of dairy calves. J. Dairy Sci. 101(7):6568-6580. http://doi.org/10.3168/jds.2017-14038
- McAloon, C. G., M. L. Doherty, J. Donlon, I. Lorenz, J. Meade, L. O'Grady, and P. Whyte. 2016. Microbiological contamination of colostrum on Irish dairy farms. Vet. Rec. 178(19):474. http://doi.org/10.1136/vr.103641
- McGuirk, S. M. and M. Collins. 2004. Managing the production, storage, and delivery of colostrum. Vet. Clin. North. Am. Food Anim. Pract. 20(3):593-603. http://doi.org/10.1016/j.cvfa.2004.06.005
- Menanteau-Horta, A. M., T. R. Ames, D. W. Johnson, and J. C. Meiske. 1985. Effect of maternal antibody upon vaccination with infectious bovine rhinotracheitis and bovine virus diarrhea vaccines. Can. J. Comp. Med. 49(1):10-14.
- Mohd Nor, N., W. Steeneveld, M. C. Mourits, and H. Hogeveen. 2012. Estimating the costs of rearing young dairy cattle in the Netherlands using a simulation model that accounts for uncertainty related to diseases. Prev. Vet. Med. 106(3-4):214-224. http://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2012.03.004
- Moore, M., J. W. Tyler, M. Chigerwe, M. E. Dawes, and J. R. Middleton. 2005. Effect of delayed colostrum collection on colostral IgG concentration in dairy cows. J. Am. Vet. Med. Assoc. 226(8):1375-1377.
- Morin, D. E., S. V. Nelson, E. D. Reid, D. W. Nagy, G. E. Dahl, and P. D. Constable. 2010. Effect of colostral volume, interval between calving and first milking, and photoperiod on colostral IgG concentrations in dairy cows. J. Am. Vet. Med. Assoc. 237(4):420-428. http://doi.org/10.2460/javma.237.4.420
- Morrill, K. M., E. Conrad, A. Lago, J. Campbell, J. Quigley, and H. Tyler. 2012. Nationwide evaluation of quality and composition of colostrum on dairy farms in the United States. J. Dairy Sci. 95(7):3997-4005. http://doi.org/10.3168/jds.2011-5174
- NAHMS, National Animal Health Monitoring Service 2011. Health and Health Management on US Feedlots. USDA: APHIS Veterinary Services, Ft, Collins, C.O.
- NAHMS, National Animal Health Monitoring Service 2014. Dairy 2014. Part 1: Reference of Dairy Health and Management in the United States. USDA: APHIS Veterinary Services, Ft, Collins, C.O.
- Phipps, A. J., D. S. Beggs, A. J. Murray, P. D. Mansell, M. A. Stevenson, and M. F. Pyman. 2016. Survey of bovine colostrum quality and hygiene on northern Victorian dairy farms. J. Dairy Sci. 99(11):8981-8990. http://doi.org/10.3168/jds.2016-11200
- Raboisson, D., P. Trillat, and C. Cahuzac. 2016. Failure of passive immune transfer in calves: A meta-analysis on the consequences and assessment of the economic impact. PLoS One 11(3):e0150452. http://doi.org/10.1371/journal.pone.0150452

- Rajaraman, V., B. J. Nonnecke, and R. L. Horst. 1997. Effects of replacement of native fat in colostrum and milk with coconut oil on fat-doluble vitamins in serum and immune function in calves. J. Dairy Sci. 80(10):2380-2390. http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76189-7
- Reber, A. J., A. Lockwood, A. R. Hippen, and D. J. Hurley. 2006. Colostrum induced phenotypic and trafficking changes in maternal mononuclear cells in a peripheral blood leukocyte model for study of leukocyte transfer to the neonatal calf. Vet. Immunol. Immunopathol. 109(1):139-150. http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2005.08.014
- Reber, A. J., D. C. Donovan, J. Gabbard, K. Galland, M. Aceves-Avila, K. A. Holbert, L. Marshall, and D. J. Hurley. 2008a. Transfer of maternal colostral leukocytes promotes development of the neonatal immune system Part II. Effects on neonatal lymphocytes. Vet. Immunol. Immunopathol. 123(3-4):305-313. http://doi.org/10.1016/j.vetimm.2008.02.009
- Reber, A. J., D. C. Donovan, J. Gabbard, K. Galland, M. Aceves-Avila, K. A. Holbert, L. Marshall, and D. J. Hurley. 2008b. Transfer of maternal colostral leukocytes promotes development of the neonatal immune system I. Effects on monocyte lineage cells. Vet. Immunol. Immunopathol. 123(3-4):186-196. http://doi.org/10.1016/j.vetimm.2008.01.034
- Tao, S., G. E. Dahl, J. Laporta, J. K. Bernard, R. M. Orellana Rivas, and T. N. Marins. 2019. Effects of heat stress during late gestation on the dam and its calf. J Anim Sci. http://doi.org/10.1093/jas/skz061
- Teixeira, A. G. V., J. A. A. McArt, and R. C. Bicalho. 2017. Thoracic ultrasound assessment of lung consolidation at weaning in Holstein dairy heifers: Reproductive performance and survival. J. Dairy Sci. 100(4):2985-2991. http://doi.org/10.3168/jds.2016-12016
- Tyler, J. W., D. D. Hancock, S. M. Parish, D. E. Rea, T. E. Besser, S. G. Sanders, and L. K. Wilson. 1996. Evaluation of 3 assays for failure of passive transfer in calves. J. Vet. Intern. Med. 10(5):304-307.
- Wilm, J., J. H. C. Costa, H. W. Neave, D. M. Weary, and M. A. G. von Keyserlingk. 2018. Technical note: Serum total protein and immunoglobulin G concentrations in neonatal dairy calves over the first 10 days of age. J. Dairy Sci. 101(7):6430-6436. http://doi.org/10.3168/jds.2017-13553
- Windeyer, C., E. Timsit, and H. Barkema. 2017. Bovine respiratory disease in pre-weaned dairy calves: Are current preventative strategies good enough? Vet. J. http://doi.org/10.1016/j.tvjl.2017.05.003

RACIONALIZACIÓN DEL TRATAMIENTO ANTIMICROBIANO PARA LAS INFECCIONES RESPIRATORIAS: PASOS A SEGUIR HOY Y MAÑANA

B. Pardon

Las infecciones del tracto respiratorio (ITR) son las infecciones más comunes en todo el mundo. Constituyen una fuente importante de morbilidad, mortalidad y una carga económica considerable para la ganadería moderna[1]. Un problema particularmente urgente es que representan más del 65% del uso de antimicrobianos en los sistemas de cría intensiva de terneros[2]. La Unión Europea ordena una reducción significativa del uso de antimicrobianos en los animales destinados a la producción de alimentos en los próximos años, como parte de un sistema de producción más sostenible[3]. Con la ampliación de los grupos de animales para que sean gestionados por la misma persona, las terapias metafilácticas (tratamientos de grupo) se han vuelto cada vez más populares en los últimos 20 años. Desde la perspectiva de la medicina humana o de la opinión pública, varios aspectos como el tratamiento de animales en contacto con signos leves y el uso casi estándar de antimicrobianos en casos de origen viral primario son muy controvertidos y se perciben como signos de uso irresponsable de antimicrobianos. Además, los recientes hallazgos de que alrededor del 40% de los terneros alojados en rebaños que no declaran ningún problema de enfermedades respiratorias, tienen lesiones neumónicas en la ecografía pulmonar (la llamada neumonía subclínica) complican las cosas, señalando un posible problema de bienestar al no tratar a estos animales (van Leenen *et al.*, 2018). En un reciente metaanálisis de metafilaxis para la enfermedad respiratoria bovina (ERB), a primera vista se observan reducciones moderadas (pero extremadamente variables) de la morbilidad respiratoria[4]. Sin embargo, el número necesario para tratar una tasa de ataque común (= porcentaje de animales enfermos en el punto de inicio de un tratamiento de grupo) del 10%, oscila entre 10 y 100. Esto significa que muchos animales necesitan recibir el tratamiento, antes se salvaría uno, cifras que probablemente no serán aceptadas por los consumidores. Además, las mayores reducciones del riesgo absoluto se han demostrado en ensayos clínicos aleatorios, con un período de seguimiento de menos de 30 días, mientras que los ensayos más largos ya no muestran ningún efecto. Los resultados de este metaanálisis plantean claramente dudas sobre si la metafilaxis y el tratamiento cuando aparecen los primeros síntomas son el mejor enfoque para tratar las infecciones respiratorias en el ganado vacuno. Para abordar la medicación antimicrobiana masiva para controlar las infecciones respiratorias, será esencial un cambio del tratamiento grupal a los tratamientos individualizados.

En esta charla se ofrece una visión general de los principios generales para racionalizar el uso de los antimicrobianos en base a las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud dirigidas a la medicina humana. Se extiende sobre el ejemplo de la enfermedad respiratoria bovina (RFA).

Terapia antimicrobiana racional

El uso racional de los medicamentos requiere que los animales/pacientes reciban medicamentos adecuados a sus necesidades clínicas, en dosis que satisfagan sus propias necesidades individuales, durante un período de tiempo adecuado y al menor coste para ellos y su comunidad (OMS, 2019). El uso prudente se define como el uso que beneficia al paciente y, al mismo tiempo, reduce al mínimo la probabilidad de efectos adversos para el individuo y la aparición o propagación de la resistencia a los antimicrobianos. De hecho, la terminología "uso prudente" se utiliza indistintamente con el uso de los antimicrobianos sensato, racional, adecuado, correcto u óptimo. En el contexto de los animales de granja, la terapia antimicrobiana racional puede traducirse libremente en una terapia óptima para el animal (aspecto del bienestar), la economía de la granja (aspecto de la productividad) y la salud pública/ambiental (selección de resistencia). Los conceptos básicos para un uso racional son: (1) uso de antimicrobianos eficaces en el primer tratamiento empírico; (2) uso del espectro más estrecho posible, dirigido al patógeno pero con un daño colateral mínimo a la flora residente; (3) inclusión de pruebas microbiológicas en la medida de lo posible; (4) evitar la terapia oral (orden de selección de la resistencia: terapia oral >> terapia parenteral > terapia local); (5) tratamientos individuales (abandono de los tratamientos grupales); y (6) no uso de combinaciones de antimicrobianos con una sinergia no probada. Está claro que el mayor progreso puede lograrse con el cambio de un enfoque de terapia de grupo por una terapia individual. Probablemente, un punto de vista racional sería sólo tratar a los animales con neumonía bacteriana. Por supuesto, los veterinarios pueden plantear inmediatamente varias cuestiones prácticas para este enfoque, en particular cómo identificar de forma fiable a los animales con neumonía bacteriana.

Proceso de toma de decisiones sobre los antimicrobianos

En todo el mundo, miles de veterinarios toman diariamente numerosas decisiones para iniciar la terapia antimicrobiana. Potencialmente no todos ellos se dan cuenta lo suficiente, pero todo un proceso de razonamiento procede a su decisión. En la figura 1 se ofrece una visión general de los pasos a seguir en el proceso de toma de decisiones sobre los antimicrobianos. El primer paso es detectar al animal enfermo. La evaluación inicial de cada caso consiste en una evaluación clínica, un trabajo de diagnóstico, una decisión terapéutica y la educación del "propietario". La OMS recomienda "una elección informada para un antimicrobiano óptimo", que puede seleccionarse tomando 5 pasos de razonamiento: (1) ¿Cuál es la gravedad de la infección? ; (2) ¿Cuál es la causa y el patógeno más probable?; (3) ¿Cómo de probable es que la infección sea causada por bacterias resistentes?;(4) ¿Se deben tener en cuenta los factores del paciente?;(5) ¿Necesito tomar muestras y solicitar un cultivo antes de iniciar la terapia?. A continuación, se inicia una terapia empírica. Una terapia empírica se define como una terapia que no está respaldada por ningún análisis microbiológico. El veterinario basa su selección de un antimicrobiano en su propia experiencia (probablemente bacterias para esta presentación en la granja), datos propios de la granja y datos nacionales. Cuando se disponga de los resultados de las pruebas microbiológicas, deberá realizarse una evaluación. Este proceso tiene 4 pasos: (1) revisar los datos microbiológicos; (2) evaluar el espectro de la terapia empírica, (3) verificar los efectos adversos y (4) eva-

luar la ruta y duración de la terapia. Cuando los resultados de la prueba de susceptibilidad a los antimicrobianos están disponibles, el veterinario puede evaluar si su terapia empírica puede ser juzgada como apropiada (= las bacterias son susceptibles al medicamento seleccionado) o inapropiada (= las bacterias son resistentes al medicamento seleccionado). Un tratamiento antimicrobiano que se apoya en una prueba de susceptibilidad a los antimicrobianos se denomina terapia antimicrobiana definitiva. Por muchas razones, pero especialmente cuando se trata de tratamientos en grupo, los veterinarios necesitarán basar sus regímenes antimicrobianos en pruebas de susceptibilidad de aislados representativos del grupo.

Avances en la detección de animales con infección de las vías respiratorias

La ampliación del tamaño de los grupos dificulta la detección de animales enfermos, especialmente cuando el número de personal de vigilancia ha disminuido. En muchos países, los productores realizan un número creciente de diagnósticos y tratamientos de infecciones del tracto respiratorio. Un metaanálisis usando la inferencia bayesiana mostró que la sensibilidad general (Se) y la especificidad (Sp) o el diagnóstico del productor en los sistemas de corrales de engorde alcanzaron el 27% (12-65) y el 92% (72-98)[5]. Sin embargo, una buena prueba de cribado requiere un alto nivel de Se, ya que los casos de falsos positivos pueden ser excluidos por la prueba de confirmación, después de la cual el caso será finalmente diagnosticado. De hecho, muchos productores y veterinarios ya aplican el principio de la prueba de detección y confirmación, ya que extraen animales de grupos basándose en signos como la depresión y confirman la enfermedad en estos animales tomando la temperatura. Sin embargo, un peligro de este enfoque de pruebas en serie es que el Sp se incremente, mientras que el interés principal está en una alta Se, para no pasar por alto a un animal enfermo. Los veterinarios utilizan especialmente la auscultación pulmonar como prueba de confirmación, pero tanto la precisión diagnóstica como el acuerdo entre evaluadores son deficientes (Pardon *et al.*, 2016). Hasta la fecha, la ecografía pulmonar tiene la más alta Se y Sp de todas las pruebas evaluadas para la RFA, con un mejor acuerdo entre evaluadores[6,7]. Las pruebas paralelas (ver múltiples signos a la vez en todos los animales) y el uso de la ecografía pulmonar también con fines de cribado requieren mucho tiempo, pero posiblemente son las mejores opciones, a la espera de la validación de las tecnologías más recientes.

Se espera mucho de esta nueva tecnología para detectar automáticamente a los animales que requieren atención. Los sistemas interesantes, ya evaluados, incluyen el registro automático de la temperatura, la detección de la tos y el movimiento (podómetros e infrarrojos[8]). Un tema prominente en este campo es que no existe una prueba de referencia patrón oro para la neumonía bacteriana, y que la mayoría de los estudios han trabajado con la terminología de la enfermedad respiratoria bovina, sin distinguir entre las infecciones leves del tracto respiratorio superior y la neumonía potencialmente mortal o las consolidaciones pulmonares subclínicas en el ultrasonido. Un enfoque son los modelos bayesianos de clase latente, que no requieren un patrón oro. El trabajo disponible muestra que en condiciones de unidad de engorde la detección de movimiento alcanza una sensibilidad (Se) de 81.3% (55.5-95.8) y especificidad (Sp) de 92.9% (88.2-96.9), mucho mejor que el diagnóstico visual del productor (Se= 64.5 (57.9-70.8) y Sp= 69.1% (66.3-71.8)[8].

Avances en el diagnóstico microbiológico y en las pruebas de susceptibilidad rápida

Hasta la fecha, en la gran mayoría de los casos, la terapia antimicrobiana sigue siendo empírica, y no se toman más medidas para un diagnóstico microbiológico. Esta situación no es diferente a la de la medicina humana, pero se vuelve mucho más delicada si también las decisiones para los tratamientos de grupo se toman de esta manera. Queda fuera del alcance de este artículo entrar en gran detalle sobre las ventajas y desventajas de las diferentes técnicas de muestreo para el tracto respiratorio en el ganado vacuno. Una muestra nasofaríngeo profunda, un lavado bronco-alveolar no endoscópico (nBAL) y lavado /aspirado transtraqueal (TTA) son los más accesibles, cumpliendo con la necesidad de muestrear múltiples animales en un periodo de tiempo limitado y a bajo coste [9,10]. A partir de estas muestras se pueden cultivar bacterias y realizar pruebas de susceptibilidad a los antimicrobianos. El principal problema a superar es el tiempo que transcurre entre la toma de muestras y la disponibilidad de un antibiograma. Para cultivadores exigentes como *Pasteurella ceae*, se puede obtener un antibiograma de difusión en disco tan pronto como 48 horas después de la llegada de la muestra al laboratorio, pero en promedio tomará de 4 a 5 días. Para *Mycoplasma bovis*, los procedimientos de identificación estándar por sí solos ya tardan de 6 a 7 días. Utilizando el procedimiento MBT-ASTRA en la espectrometría de masas de MALDITOF, las pruebas de susceptibilidad para oxitetraciclina en *Pasteurella multocida* se realizaron tan rápido como en 3h, partiendo de una colonia purificada. Esta técnica tuvo un Se de 95.7% (89.8-100) y un Sp de 100% (100-100) comparado con la prueba de referencia[11]. También es posible la detección directa de los patógenos en el líquido de lavado bronco-alveolar (BALf), lo que hace posible el objetivo final de la identificación de patógenos y las pruebas de susceptibilidad en el día del muestreo, a un coste comparable al cultivo estándar y las pruebas de difusión de disco.

Medicina de precisión para reducir la exposición a los antimicrobianos

Es esencial no sólo limitar el número de animales que reciben terapia antimicrobiana, sino también limitar la exposición de la flora residente a la presión de selección antimicrobiana dentro de un mismo animal. Asegurar la dosificación correcta pesando los animales al inicio del tratamiento ya dará como resultado una mejor terapia, ya que la mayoría de los antimicrobianos administrados por vía parenteral tienen una sobredosis, mientras que los antimicrobianos orales suelen tener una dosis insuficiente[12]. Especialmente con los antimicrobianos dependientes de la concentración, como las fluoroquinolonas, se han estudiado estrategias de dosificación óptimas destinadas a limitar el desarrollo de la resistencia a los antimicrobianos mediante la dosificación por encima de la concentración de prevención de mutantes[13]. Del mismo modo, estos estudios muestran que la duración, la dosis y la eficacia del tratamiento requerido dependen del momento en que se inicia la terapia en el proceso de la enfermedad[14]. Además, la rápida eliminación de estos fármacos mitigó los impactos a largo plazo sobre la resistencia a *Escherichia coli* fecal[15]. En muchas situaciones, el criterio de evaluación es la curación clínica. Cuando se utilizan antimicrobianos que requieren un intervalo de dosificación diario, esto normalmente se evaluará en un intervalo de post tratamiento de 1 día, prolongando el tratamiento un día cuando se juzgue que no está curado[16]. Por supuesto, la evaluación de la curación clínica es probablemente altamente sugestiva y propensa a una mayor variabilidad entre los evaluadores. Cuando se utilizan productos de acción prolongada, el momento probable para decidir sobre la prolongación o el cese de la terapia sería después de que haya transcurrido la duración registrada del tratamiento del producto específico. Sobre la base de los estudios disponibles

sobre los intervalos posteriores al tratamiento que comparan las diferentes duraciones del tratamiento, la duración recomendada del tratamiento sería de 7 días[16]. Una limitación es que estos estudios fueron realizados principalmente por compañías farmacéuticas. También en medicina humana, las directrices sugieren un mínimo de 5 días de tratamiento y un estado afebril de 48 a 72 horas antes de la interrupción de la terapia[17]. Reducir la duración del tratamiento sigue siendo un reto en la práctica, muy probablemente porque los médicos y veterinarios tienen una falsa sensación de seguridad con tratamientos más largos. Sin embargo, la hipótesis sería que los tratamientos antibióticos acortados reducen la selección de la resistencia a los antimicrobianos, ahorran costes, evitan los efectos adversos relacionados con los antimicrobianos y aseguran un mejor cumplimiento del tratamiento. En la charla se abordarán las posibilidades de evaluación ecográfica de la curación y las posibilidades de reducir e individualizar la terapia antimicrobiana.

En conclusión, la OMS proporciona información clara sobre los pasos a seguir en el proceso de toma de decisiones sobre los antimicrobianos, lo que puede ayudar a los profesionales en su trabajo diario. Claramente, se requieren muchas mejoras en la detección, diagnóstico y seguimiento de la terapia, antes de que los veterinarios se sientan lo suficientemente seguros como para dejar a los animales sin evidencia de neumonía bacteriana sin tratar.

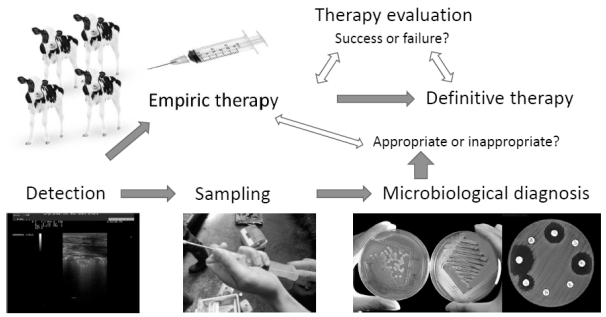


Figura 1. Descripción general de la terminología y las etapas del proceso de toma de decisiones sobre los antimicrobianos en los animales

Bibliografía

1. En la version inglesa

ENGLISH VERSION

RATIONALIZING ANTIMICROBIAL TREATMENT FOR RESPIRATORY INFECTIONS: STEPS TO TAKE TODAY AND TOMORROW

B. Pardon

Department of Large Animal Internal Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, Ghent University, Salisburylaan 133, 9820 Merelbeke, Belgium

Respiratory tract infections (RTIs) are the most common infections worldwide. They are a source of significant morbidity, mortality and a considerable economic burden to modern cattle farming[1]. A particularly urgent issue is that they account for over 65% of the antimicrobial use in intensive calf rearing systems[2]. The European Union commissions a significant reduction in antimicrobial use in food animals in the following years, as part of a more sustainable production system[3]. With enlarging groups of animals to be managed by the same person, metaphylactic therapies (group treatments) have become increasingly popular over the last 20 years. From the perspective of human medicine or the public opinion, several aspects like treating in contact animals with mild signs and the almost standard use of antimicrobials in cases of primary viral origin are highly controversial and perceived as signs of irresponsible antimicrobial use. Additionally, the recent findings that about 40% of calves housed in herds not reporting any issues with respiratory diseases, have pneumonic lesions on lung ultrasonography (so-called subclinical pneumonia) complicate things, pointing to a possible welfare issue by not treating these animals (van Leenen *et al.*, 2018). Looking at a recent meta-analysis of metaphylaxis for bovine respiratory disease (BRD), at first sight moderate (but highly variable) reductions in respiratory morbidity are shown[4]. However, the number needed to treat at a common attack rate (= percentage of ill animals at the point of initiation of a group treatment) of 10%, ranges between 10 and 100. This means that many animals need to receive the treatment, before one would be saved, numbers unlikely to be accepted by consumers. Also, the highest absolute risk reductions have been shown in randomized clinical trials, with a follow up period of less than 30 days, whereas longer trials show no effect anymore. The results of this meta-analysis clearly raise doubt whether metaphylaxis and treatment at the earliest signs are the best approach to manage respiratory infections in cattle. To tackle antimicrobial mass medication to control respiratory infections, a shift from group to individualized treatments will be essential.

In this talk, an overview of general principles to rationalize antimicrobial use based on recommendations of the world health organization directed to human medicine is provided. The example of bovine respiratory disease (BRD) is elaborated.

Rational antimicrobial therapy

Rational use of medicines requires that animals/patients receive medications appropriate to their clinical needs, in doses that meet their own individual requirements, for an adequate period of time, and at the lowest cost to them and their community (WHO, 2019). Prudent use is defined as use which benefits the patient while at the same time minimizing the probability of adverse effects for the individual and the emergence or spread of antimicrobial resistance. In fact the terminology 'prudent use' is used interchangeably with judicious, rational, adequate, correct or optimal antimicrobial use. In a farm animal context rational antimicrobial therapy can be freely translated to optimum therapy for the animal (welfare aspect), farm economics (productivity aspect) and public/environmental health (resistance selection). Basic concepts for a rational use are: (1) use of effective antimicrobials in the first, empiric treatment; (2) use the narrowest spectrum possible, targeting the pathogen but with minimal collateral damage to the resident flora; (3) include microbiological testing as much as possible; (4) avoid oral therapy (order of resistance selection: oral therapy >> parenteral therapy > local therapy); (5) individual treatments (abandon group treatments) and (6) do not use combinations of antimicrobials with an unproven synergism. It is clear that the largest progress can be made with a switch from a group therapy approach towards individual therapy. Likely, a rational view point would be only to treat animals with bacterial pneumonia. Off course, veterinarians can immediately raise several practical issues for this approach, in particular how to reliably identify animals with a bacterial pneumonia.

The antimicrobial decision making process

Worldwide, thousands of veterinarians daily take numerous decisions to initiate antimicrobial therapy. Potentially not all of them realize it sufficiently, but a whole reasoning process proceeds their decision. In figure 1 an overview of steps to take

in the antimicrobial decision making process is provided. The first step is detecting the ill animal. The initial evaluation of every case consists of clinical assessment, a diagnostic work up, therapeutic decision and 'owner' education. WHO recommends 'an informed choice for an optimal antimicrobial', which can be selected by taking 5 reasoning steps: (1) What is the severity of the infection? ; (2) What is the most likely source and pathogen?; (3) How likely is it that the infection is caused by resistant bacteria?; (4) Are any patient factors to be taken into account?; (5) Do I need to sample and request culturing before initiating therapy?. Thereafter, an empiric therapy is started. An empiric therapy is defined as a therapy which is not supported by any microbiological analysis. The veterinarian basis his selection of an antimicrobial on his own experience (most likely bacteria for this presentation in this farm), own farm data and national data. When results of microbiological testing become available an evaluation should be done. This process has 4 steps: (1) review microbiological data; (2) assess spectrum of empiric therapy, (3) check for adverse effects and (4) evaluate route and duration of therapy. When antimicrobial susceptibility test results become available, the veterinarian can evaluate whether his empiric therapy can be judged as appropriate (= bacteria are susceptible to the selected drug) or inappropriate (= bacteria are resistant to the selected drug). An antimicrobial treatment which is supported by an antimicrobial susceptibility test is referred to as a definitive antimicrobial therapy. For many reasons, but especially when dealing with group treatments, veterinarians will need to base their antimicrobial regimens on susceptibility testing of representative isolates from the group.

Advances in detection of animals with respiratory tract infection

Enlarging group sizes make detection of ill animals more difficult, especially when relatively the number of surveilling staff has decreased. In many countries, an increasing number of respiratory tract infection diagnoses and treatments are made by producers. A meta-analysis using Bayesian inference showed that the overall sensitivity (Se) and specificity (Sp) or producer diagnosis in feedlot systems reached 27% (12-65) and 92% (72-98)[5]. However, a good screening test needs a high Se, because false positive cases can still be excluded by the confirmation test after which the case will be finally diagnosed. In fact, many producers and veterinarians already apply the screening test-confirmation test principle, as they pull animals from groups based on signs like depression, and confirm disease in these animals by taking temperature. However, a danger of this serial testing approach is that Sp is increased, whereas the main interest is in a high Se, in order not to miss an ill animal. Veterinarians especially use lung auscultation as a confirmation test, but both mean diagnostic accuracy as interrater agreement are poor (Pardon *et al.*, 2016). To date lung ultrasonography has the highest Se and Sp of all tests evaluated for BRD, with much better interrater agreement[6,7]. Parallel testing (looking at multiple signs at once in all animals) and the use of lung ultrasonography also for screening purposes, are time consuming, but possibly the best options, while awaiting validation of newer technologies.

A lot is expected from these new technology to automatically detect animals requiring attention. Interesting systems, already evaluated, include automatic temperature registration, cough detection and movement (pedometers and infra-red[8]). A prominent issue in this field is that there is no gold standard reference test for bacterial pneumonia, and that most studies have worked with the terminology of bovine respiratory disease, not distinguishing mild upper respiratory tract infections from life-threatening pneumonia or subclinical lung consolidations on ultrasound. One approach are Bayesian latent-class models, which do not require a gold standard. Available work shows that in feedlot conditions movement detection reaches a sensitivity (Se) of 81.3% (55.5-95.8) and specificity (Sp) of 92.9% (88.2-96.9), much better than visual producer diagnosis (Se= 64.5 (57.9-70.8) and Sp= 69.1% (66.3-71.8))[8].

Advances in microbiological diagnosis and rapid susceptibility testing

To date, in the vast majority, antimicrobial therapy remains empiric, and no further steps for a microbiological diagnosis are taken. This situation is no different from human medicine, but becomes a lot more delicate if also decisions for group treatments are taken in such a way. It is outside the scope of this article to go into great detail on the advantages and disadvantages of the different sampling techniques for the respiratory tract in cattle. A deep nasopharyngeal swab, a non-endoscopic broncho-alveolar lavage (nBAL) and transtracheal wash/aspirate (TTA) are most accessible, complying with the need to sample multiple animals in a limited timeframe at low cost [9,10]. From these samples bacteria can be cultivated and antimicrobial susceptibility tests performed. The main issue to overcome is the time between sampling and availability of an antibiogram. For fastidious growers like *Pasteurellaceae*, a disk diffusion antibiogram can be obtained as early as 48h after sample arrival in the laboratory, but on average it will take 4-5 days. For *Mycoplasma bovis*, standard identification procedures alone already take 6-7 days. Using the MBT-ASTRA procedure in MALDITOF mass spectrometry, susceptibility testing for oxytetracycline in *Pasteurella multocida* was done as fast as within 3h, starting from a purified colony. This technique had a Se of 95.7% (89.8-100) and Sp of 100% (100-100) compared to the reference test[11]. Also direct detection of the pathogens in broncho-alveolar lavage fluid (BALf) is likely possible, making the final target of pathogen identification and susceptibility testing within the day of sampling possible at comparable cost as standard culture and disc diffusion testing.

Precision medicine to reduce antimicrobial exposure

Not only limiting the number of animals receiving antimicrobial therapy, but within a single animal also limiting exposure of the resident flora to antimicrobial selection pressure is essential. Assuring correct dosing by weighing animals at treatment initiation will already result in better therapy, as the majority of parenterally administered antimicrobials are overdosed, whereas oral antimicrobials are often underdosed[12]. Especially with concentration dependent antimicrobials, like fluoroquinolones, optimal dosing strategies aiming at limiting development of antimicrobial resistance by dosing above the mutant prevention concentration have been explored[13]. Similarly, these studies show that the required treatment length, dosage and efficacy depend on the time of therapy initiation in the disease process[14]. Also, the rapid elimination of these drugs mitigated long term impacts on fecal *Escherichia coli* resistance[15]. In many situations, clinical cure is the evaluation criterion. When using antimicrobials requiring a daily dosing interval, this will typically be evaluated at a post-treatment interval of 1 day, prolonging treatment with one day when judged not cured[16]. Off course, evaluation of clinical cure is likely highly suggestive and prone to a higher interrater variability. When using long acting products, the likely moment to decide on prolongation or cessation of therapy would be after the registered treatment length of the specific product has passed. Based on available post treatment interval studies comparing different treatment lengths, the recommended treatment length would be 7 days[16]. A limitation is that these studies mainly were done by pharmaceutical companies. Also in human

medicine, guidelines suggest a minimum of 5 days of treatment, and an afebrile state for 48 to 72 hours before discontinuation of therapy[17]. Reducing treatment duration remains challenging in practice, most likely because physicians and veterinarians feel a false sense of security with longer treatments. However, the hypothesis would be that shortened antibiotic treatments reduce antimicrobial resistance selection, save costs, avoid adverse effects related to the antimicrobial and assure a better therapy compliance. In the talk we will come to possibilities of ultrasonographic evaluation of cure and possibilities to reduce and individualize antimicrobial therapy.

In conclusion, the WHO provides clear information on steps to take in the antimicrobial decision making process, which can aid practitioners in their daily work. Clearly, many improvements in detection, diagnostics and therapy follow up are required, before veterinarians will feel safe enough to leave animals not evidenced as bacterial pneumonia untreated.

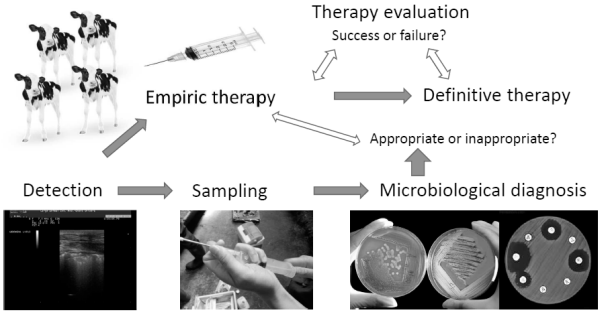


Figure 1. Overview of terminology and steps in the process of antimicrobial decision making in animals

References

1. Apley, M. D. 2015. Treatment of Calves with Bovine Respiratory Disease Duration of Therapy and Posttreatment Intervals. Vet Clin N Am-Food A 31(3):441-+.
2. Baptiste, K. E. and N. C. Kyvsgaard. 2017. Do antimicrobial mass medications work? A systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials investigating antimicrobial prophylaxis or metaphylaxis against naturally occurring bovine respiratory disease. Pathogens and Disease 75(7).
3. Buczinski, S., C. Buathier, A. M. Belanger, H. Michaux, N. Tison, and E. Timsit. 2018. Inter-rater agreement and reliability of thoracic ultrasonographic findings in feedlot calves, with or without naturally occurring bronchopneumonia. J Vet Intern Med 32(5):1787-1792.
4. Buczinski, S., J. Menard, and E. Timsit. 2016. Incremental Value (Bayesian Framework) of Thoracic Ultrasonography over Thoracic Auscultation for Diagnosis of Bronchopneumonia in Preweaned Dairy Calves. J Vet Intern Med 30(4):1396-1401.
5. Doyle, D., B. Credille, T. W. Lehenbauer, R. Berghaus, S. S. Aly, J. Champagne, P. Blanchard, B. Crossley, L. Berghaus, S. Cochran, and A. Woolums. 2017. Agreement Among 4 Sampling Methods to Identify Respiratory Pathogens in Dairy Calves with Acute Bovine Respiratory Disease. J Vet Intern Med 31(3):954-959.
6. EMA/EFSA. 2017. EMA and EFSA Joint Scientific Opinion on measures to reduce the need to use antimicrobial agents in animal husbandry in the European Union, and the resulting impacts on food safety (RONAFA). EFSA Journal 15, 4666, 245.
7. Ferguson, K. M., M. E. Jacob, C. M. Theriot, B. J. Callahan, T. Prange, M. G. Papich, and D. M. Foster. 2018. Dosing Regimen of Enrofloxacin Impacts Intestinal Pharmacokinetics and the Fecal Microbiota in Steers. Frontiers in Microbiology 9.
8. Lhermie, G., A. A. Ferran, S. Assie, H. Cassard, F. El Garch, M. Schneider, F. Woerhle, D. Pacalin, M. Delverdier, A. Bousquet-Melou, and G. Meyer. 2016. Impact of Timing and Dosage of a Fluoroquinolone Treatment on the Microbiological, Pathological, and Clinical Outcomes of Calves Challenged with Mannheimia haemolytica. Front Microbiol 7:237.
9. Lhermie, G., P. L. Toutain, F. El Garch, A. Bousquet-Melou, and S. Assie. 2017. Implementing Precision Antimicrobial Therapy for the Treatment of Bovine Respiratory Disease: Current Limitations and Perspectives. Front Vet Sci 4:143.
10. Mandell, L. A., R. G. Wunderink, A. Anzueto, J. G. Bartlett, G. D. Campbell, N. C. Dean, S. F. Dowell, T. M. File, D. M. Musher, M. S. Niederman, A. Torres, and C. G. Whitney. 2007. Infectious Diseases Society of America/American Thoracic Society consensus guidelines on the management of community-acquired pneumonia in adults. Clinical Infectious Diseases 44:S27-S72.
11. Pardon, B., B. Catry, J. Dewulf, D. Persoons, M. Hostens, K. De Bleecker, and P. Deprez. 2012. Prospective study on quantitative and qualitative antimicrobial and anti-inflammatory drug use in white veal calves. J Antimicrob Chemother. 67, 1027-1038.
12. Pardon, B., M. Hostens, L. Duchateau, J. Dewulf, K. De Bleecker, and P. Deprez. 2013. Impact of respiratory disease, diarrhea, otitis and arthritis on mortality and carcass traits in white veal calves. BMC Vet Res 9(1):79.
13. Pardon, B., Valgaeren, B., Deprez, P., 2016. Inter-rater agreement and diagnostic accuracy of lung auscultation to detect calf pneumonia. 29th World Buiatrics Conference, Dublin, Ireland, p. 176.
14. Timsit, E., N. Dendukuri, I. Schiller, and S. Buczinski. 2016. Diagnostic accuracy of clinical illness for bovine respiratory disease (BRD) diagnosis in beef cattle placed in feedlots: A systematic literature review and hierarchical Bayesian latent-class meta-analysis. Prev Vet Med 135:67-73.
15. Van Driessche, L., B. R. Valgaeren, L. Gille, F. Boyen, R. Ducatelle, F. Haesebrouck, P. Deprez, and B. Pardon. 2017. A Deep Nasopharyngeal Swab Versus Nonendoscopic Bronchoalveolar Lavage for Isolation of Bacterial Pathogens from Preweaned Calves With Respiratory Disease. J Vet Intern Med. 31, 946-953.
16. Van Driessche, L., J. Bokma, L. Gille, P. J. Ceyssens, K. Sparbier, F. Haesebrouck, P. Deprez, F. Boyen, and B. Pardon. 2018. Rapid detection of tetracycline resistance in bovine *Pasteurella multocida* isolates by MALDI Biotyper antibiotic susceptibility test rapid assay (MBT-ASTRA). Sci Rep 8(1):13599.
17. van Leenen, K., Van Driessche, L., Jouret, J., Demeyer, P., De Cremer, L., Gille, L., Massmeijer, C., Boyen, F., Deprez, P., Pardon, B., 2018. Relationship of ammonia and total bacterial air load with airway inflammation, lung consolidation and lower airway infection in indoor group housed calves. 50th National Conference of the Italian Association for Buiatrics, 10-13th October, Bologna, Italy.

18. White, B. J., D. R. Goehl, D. E. Amrine, C. Booker, B. Wildman, and T. Perrett. 2016. Bayesian evaluation of clinical diagnostic test characteristics of visual observations and remote monitoring to diagnose bovine respiratory disease in beef calves. Prev Vet Med 126:74-80.
19. World Health Organization (WHO). 2019. https://www.who.int/medicines/areas/rational_use/en/
22. Pardon B, Hostens M, Duchateau L, *et al.* Impact of respiratory disease, diarrhea, otitis and arthritis on mortality and carcass traits in white veal calves. BMC Vet Res 2013;9:79.
23. Pardon B, Catry B, Dewulf J, *et al.* Prospective study on quantitative and qualitative antimicrobial and anti-inflammatory drug use in white veal calves. J Antimicrob Chemother 2012.
24. EMA/EFSA. EMA and EFSA Joint Scientific Opinion on measures to reduce the need to use antimicrobial agents in animal husbandry in the European Union, and the resulting impacts on food safety (RONAFA). 2017.
25. Baptiste KE, Kyvsgaard NC. Do antimicrobial mass medications work? A systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials investigating antimicrobial prophylaxis or metaphylaxis against naturally occurring bovine respiratory disease. Pathogens and Disease 2017;75.
26. Timsit E, Dendukuri N, Schiller I, *et al.* Diagnostic accuracy of clinical illness for bovine respiratory disease (BRD) diagnosis in beef cattle placed in feedlots: A systematic literature review and hierarchical Bayesian latent-class meta-analysis. Prev Vet Med 2016;135:67-73.
27. Buczinski S, Buathier C, Belanger AM, *et al.* Inter-rater agreement and reliability of thoracic ultrasonographic findings in feedlot calves, with or without naturally occurring bronchopneumonia. J Vet Intern Med 2018;32:1787-1792.
28. Buczinski S, Menard J, Timsit E. Incremental Value (Bayesian Framework) of Thoracic Ultrasonography over Thoracic Auscultation for Diagnosis of Bronchopneumonia in Preweaned Dairy Calves. J Vet Intern Med 2016;30:1396-1401.
29. White BJ, Goehl DR, Amrine DE, *et al.* Bayesian evaluation of clinical diagnostic test characteristics of visual observations and remote monitoring to diagnose bovine respiratory disease in beef calves. Prev Vet Med 2016;126:74-80.
30. Doyle D, Credille B, Lehenbauer TW, *et al.* Agreement Among 4 Sampling Methods to Identify Respiratory Pathogens in Dairy Calves with Acute Bovine Respiratory Disease. J Vet Intern Med 2017;31:954-959.
31. Van Driessche L, Valgaeren BR, Gille L, *et al.* A Deep Nasopharyngeal Swab Versus Nonendoscopic Bronchoalveolar Lavage for Isolation of Bacterial Pathogens from Preweaned Calves With Respiratory Disease. J Vet Intern Med 2017.
32. Van Driessche L, Bokma J, Gille L, *et al.* Rapid detection of tetracycline resistance in bovine Pasteurella multocida isolates by MALDI Biotyper antibiotic susceptibility test rapid assay (MBT-ASTRA). Sci Rep 2018;8:13599.
33. Pardon B, B. C, J. D, *et al.* Prospective study on quantitative and qualitative drug use in white veal calves 2012.
34. Lhermie G, Ferran AA, Assie S, *et al.* Impact of Timing and Dosage of a Fluoroquinolone Treatment on the Microbiological, Pathological, and Clinical Outcomes of Calves Challenged with Mannheimia haemolytica. Front Microbiol 2016;7:237.
35. Lhermie G, Toutain PL, El Garch F, *et al.* Implementing Precision Antimicrobial Therapy for the Treatment of Bovine Respiratory Disease: Current Limitations and Perspectives. Front Vet Sci 2017;4:143.
36. Ferguson KM, Jacob ME, Theriot CM, *et al.* Dosing Regimen of Enrofloxacin Impacts Intestinal Pharmacokinetics and the Fecal Microbiota in Steers. Frontiers in Microbiology 2018;9.
37. Apley MD. Treatment of Calves with Bovine Respiratory Disease Duration of Therapy and Posttreatment Intervals. Vet Clin N Am-Food A 2015;31:441-+.
38. Mandell LA, Wunderink RG, Anzueto A, *et al.* Infectious Diseases Society of America/American Thoracic Society consensus guidelines on the management of community-acquired pneumonia in adults. Clinical Infectious Diseases 2007;44:S27-S72.

MÉTODO DE ECOGRAFÍA PULMONAR DE ESCANEO RÁPIDO Y UN DIAGRAMA DE FLUJO COMO AYUDA PARA LA TOMA DE DECISIONES EN EL DIAGNÓSTICO DE LA BRONCONEUMONÍA

B. Pardon, Ph.D, Dip. ECBHM

Las infecciones de las vías respiratorias causan importantes pérdidas económicas a la industria ganadera y son la principal indicación para el uso de antimicrobianos[1,2]. Debido a la dificultad de reconocer a tiempo a los animales con neumonía bacteriana y diferenciarlos de los animales con infección del tracto respiratorio superior o infección viral solamente, todavía se utilizan con frecuencia tratamientos con grupos antimicrobianos para controlar los brotes. Sin embargo, un metaanálisis reciente no demostró efectos beneficiosos de los tratamientos antimicrobianos grupales para la enfermedad respiratoria bovina (ERB) sobre la morbilidad o la mortalidad a largo plazo[3]. La presión para reducir el uso de antimicrobianos ha aumentado de forma masiva, y la Unión Europea anima a pasar de lo curativo a lo preventivo[4]. Una opción recomendada para reducir el uso de antimicrobianos es aumentar la disponibilidad de diagnósticos rápidos y fiables[4]. Cuando se trata de tratar infecciones del tracto respiratorio, parece lógico tratar sólo a animales con neumonía bacteriana en este momento. Un razonamiento fácil, pero muy difícil de realizar en la práctica en animales, especialmente con el crecimiento de los rebaños. Por otra parte, el acuerdo inter observador sobre el examen clínico (signos clínicos, auscultación pulmonar...) entre los veterinarios parece ser deficiente, lo que pone en duda la fiabilidad y repetibilidad de un diagnóstico de neumonía basado únicamente en el examen clínico[5]. En esta charla, se presenta un método ultrasonográfico rápido para detectar la consolidación pulmonar en terneros como una herramienta de apoyo a la toma de decisiones clínicas para el manejo de la neumonía.

Ultrasonografía pulmonar

En los últimos años, ultrasonografía pulmonar ha pasado de ser una técnica diagnóstica auxiliar que sólo se utilizaba en las clínicas, a una herramienta en las granjas para mejorar la detección de la neumonía[6]. Una ventaja importante fue que los dispositivos asequibles con sondas lineales, actualmente utilizados para el seguimiento reproductivo, eran suficientes para escanear los pulmones y llegar a un diagnóstico. El alcohol se utiliza como agente transductor, lo que tiene la ventaja de que no es necesario afeitar a los animales. De todas las técnicas disponibles (puntuaciones clínicas, auscultación pulmonar, haptoglobina), la ultrasonografía pulmonar fue sistemáticamente la más precisa. Se han sugerido amplios sistemas de puntuación[7], pero hoy en día el interés radica principalmente en una variable de resultado binaria para guiar el tratamiento. En una primera comparación bayesiana, la sensibilidad (Se) fue del 79,4% (intervalo de credibilidad [IC] del 95%): 66.4-90.9) y especificidad (Sp) 93.9% (IC 95%: 88.0-97.6), utilizando un corte de ≥1cm en profundidad de consolidación[8]. Un análisis muy reciente mostró que cuando sólo se buscan consolidaciones pulmonares ≥3m caudal desde el corazón, un Se de 89.0% (IC 95%): 55.0-100.0) y Sp de 95.0% (IC 95%: 92.0-98.0) pueden alcanzarse en una población de baja prevalencia[9]. Hoy en día, no existe consenso sobre la técnica de exploración y la profundidad de umbral de consolidación que se debe utilizar. La edad de los animales puede afectar a la precisión del diagnóstico, ya que, por ejemplo, los lóbulos craneales de los pulmones son menos fáciles de explorar en animales más musculosos y mayores. La buena noticia es que la concordancia entre observadores de la ecografía pulmonar parecía mucho mejor que la puntuación clínica o la auscultación pulmonar, pero este estudio sólo incluyó el análisis de imágenes, no la técnica de exploración[10]. Un problema es que diferentes estudios encontraron diferentes umbrales asociados con diferentes resultados de salud o producción (Tabla 1). No se evaluaron los efectos de los parámetros de producción de la profundidad de consolidación de ≥1cm. A la hora de determinar el umbral deseado, es importante no sólo centrarse en los resultados de la producción, sino también tener en cuenta el bienestar de los animales

Tabla 1. Tabla resumen de las asociaciones de los diferentes umbrales de consolidación pulmonar como estimación de la neumonía y los resultados de producción en terneros

Umbral de profundidad de consolidación	Efecto	Ningún efecto	Referencia
Cualquier consolidación	Tasa de gestación más bajo en novillas Mayor riesgo de mortalidad Edad al momento del primer parto	Edad de la primera reproducción Producción de leche de primera lactancia	Teixeira *et al.*, 2017[11]
≥ 1cm*	-		
≥ 3cm	-525 kg de leche en la primera lactancia Disminución de la ganancia diaria promedio antes del destete (- 45g/día)	Edad al momento del primer parto Mortalidad Retirada temprana del rebaño Ningún efecto sobre la ganancia diaria media	Dunn *et al.*, 2018[12] Ollivett, 2014[13] Berman *et al.*, 2017[14]
≥ 6cm	Aumento de la mortalidad Mayor riesgo de sacrificio	Edad al momento del primer parto	Adams and Buczinski, 2016[2]

*Este umbral se utilizó en los primeros estudios para determinar la precisión diagnóstica en un marco Bayesiano[8]

Los criterios son igualmente importantes.

Método de escaneo rápido y ayuda para la toma de decisiones

Método de escaneo rápido

La ultrasonografía pulmonar ha encontrado claramente su camino en la investigación científica y es llevada a la práctica de forma limitada, principalmente por los académicos en este momento. Sin embargo, para contribuir realmente a un uso más racional de los antimicrobianos, es necesario que los médicos

utilicen ampliamente la ecografía pulmonar. Los médicos mencionan que se requiere un tiempo demasiado largo por examen y una curva de aprendizaje demasiado larga como los principales obstáculos para el uso sistemático del ultrasonido pulmonar. Para superar estos obstáculos se desarrolló un método de exploración rápida y un algoritmo interpretativo simplificado para las imágenes ecográficas pulmonares. Se utiliza una sonda lineal (5,5-7,5 MHz) porque su tamaño y forma permiten evaluar grandes partes del pulmón entre los espacios intercostales en una sola imagen. Además, la mayoría de las prácticas ya tienen esta sonda. Cuando se utiliza alcohol isopropílico (70-90%) como agente transductor, se puede alcanzar un contacto suficiente después de diluirlo al 50/50 con agua (para reducir los costes operativos). En terneros jóvenes, alojados individualmente, no se necesita ninguna fijación, y el operador puede trabajar solo. En animales más viejos, la fijación con la ayuda de un ayudante, cabos o conductos aseguran la rapidez del procedimiento.

El procedimiento se basa en la visualización de puntos de referencia para garantizar la exploración de la mayor superficie pulmonar posible. Una cantidad limitada (50-200 ml) de alcohol se vierte dorsalmente sobre el tórax de la ternera desde la última costilla hasta el hombro. El alcohol es mejor distribuido por la sonda durante el movimiento de escaneo. Alternativamente, el alcohol puede ser dispersado por un empapador disponible en el mercado. Básicamente, el escaneo rápido consta de 2 movimientos: 1 izquierda, 1 derecha. Cuando es necesario, en animales más viejos, se realiza un segundo movimiento caudocraneal sólo ventral del primero. En el cuadro 2 se indican los hitos. La exploración comienza en la punta del lóbulo diafragmático, donde se encuentran el abdomen y el tórax. La sonda se posiciona verticalmente en el espacio intercostal 8º-9º y se desplaza hasta que queda completamente paralela a las costillas. No debe haber sombras acústicas de las costillas en la imagen obtenida. A continuación, la sonda se desplaza hacia arriba de espacio intercostal a espacio intercostal, sin perder contacto con la piel. Luego, se debe visualizar 'punto de control del corazón', que consiste en una imagen mitad corazón/mitad pulmón. Aquí se puede visualizar principalmente la parte caudal del lóbulo pulmonar superior (izquierda y derecha). El Lobus medius puede ser visualizado en el lado derecho, inmediatamente caudal desde el corazón. Desde la posición "medio corazón/medio pulmón" la sonda se mueve hacia arriba, por debajo del músculo tríceps sin perder contacto con el tórax. Siguiendo la anatomía de la ternera, la sonda se desplaza automáticamente hacia una posición más vertical y se empuja hacia abajo. El escaneado se puede terminar, cuando se visualiza la imagen final que consiste en secciones de la arteria y de la vena torácica interna (izquierda y derecha). En el lado derecho, el pars cranialis del lóbulo craneal se extiende mucho más cranealmente desde el corazón. Durante la exploración, tan pronto como se observa cualquier anomalía (artefacto de cola de cometa, irregularidad pleural...), la sonda se detiene en esa posición y se mueve suavemente cráneo-caudalmente y hacia atrás para expandir el área de visualización. Este enfoque aumenta las probabilidades de detectar una consolidación.

Tabla 2. Hitos utilizados en un método de ultrasonografía pulmonar de escaneado rápido para la detección de neumonía en terneros

Hito	Izquierda	Derecha
Inicio (8-9º espacio IC)	Dorsal= pulmón; media= bazo; ventral= rumen	Dorsal= pulmón; ventral= hígado
Comprobar el punto de corazón (4-5º espacio CI)	½ corazón / ½ pulmón	½ corazón / ½ pulmón
Punto final	a y v torácica interna	a y v torácica interna
IC= espacio intercostal		

Ayuda a la decisión

Además de la técnica de escaneo, es crucial la interpretación correcta de las imágenes obtenidas. Se construyó un esquema de decisiones basado en preguntas sencillas para guiar al operador hacia la correcta "interpretación de la imagen". El esquema agrupa las imágenes obtenidas en 4 grupos: (1) artefactos de reverberación (líneas A): pulmón normalmente aireado; (2) pocas colas de cometa: normales en los lóbulos craneales; lóbulos caudales (esquema cfr. en la Figura 1); (3) múltiples colas de cometa (difusas): síndrome intersticial (edema); (4) consolidación: neumonía (o atelectasia). Por razones prácticas, algunas preguntas e imágenes se simplificaron en exceso para garantizar una curva de aprendizaje rápida en los operadores noveles, potencialmente profanos. Las colas de cometa (líneas B) se definen como reflejos hiperecóicas que se originan en la línea pleural y viajan aproximadamente perpendicular a la línea pleural del pulmón. Se mueven sincrónicamente con la respiración pulmonar. Se forman cada vez que hay una diferencia de impedancia acústica entre dos zonas, por ejemplo, septas interlobulares llenas de líquido y aire. En el esquema, se pregunta si las colas de cometas observadas se originaron profundamente o si son superficiales. Estrictamente hablando, las colas de cometas no pueden originarse profundamente. Esta es una pregunta de control para redirigir al usuario hacia una consolidación si nota que las "colas de cometa" observadas se originan debajo de la superficie pleural. Estos son de hecho broncogramas aéreos, que están formados por cambios en la resistencia entre el tejido consolidado y el aireado. En el concepto de escaneado rápido el único criterio para confirmar la neumonía y, por lo tanto, el tratamiento antimicrobiano es la detección de una consolidación. El esquema fue diseñado y evaluado con un umbral de profundidad de consolidación de ≥1 cm. El umbral puede aumentarse/disminuirse para aumentar la especificidad/sensibilidad, dependiendo del objetivo del operador en una situación específica.

Evaluación

Se organizaron sesiones de capacitación sobre ultrasonografía pulmonar y el método/algoritmo de exploración rápida en Bélgica, los Países Bajos, Alemania, Austria y Suiza. Poco a poco se fue configurando la sesión de entrenamiento más efectiva. En abril de 2018, evaluamos la eficacia de aprendizaje de la lección teórica de 1,5 horas (+ ejercicios) y el método Escaneado rápido en dos estudiantes de veterinaria noveles y un operador experimentado. Se pidió a los participantes que escanearan 50 terneros alojados en grupo, de entre 8 y 12 semanas de edad, en una granja comercial de terneros. Se utilizó un ultrasonido portátil (Tringa linear, Esaote) con sonda lineal de 7.5 Mhz con alcohol isopropílico al 70% como agente transductor. El tiempo medio del examen profesional fue de 50 segundos ± 11 para el operador experimentado y 117 segundos ± 31 y 131 segundos ± 52 en los novatos 1 y 2, respectivamente. En un modelo Bayesiano de clase latente, que incluye información previa sobre la precisión de la ecografía pulmonar[8], los valores de Se y Sp

del operador experimentado fueron 82,7% (69,5-91,8) y 93,8% (86,6-97,8), respectivamente[15]. Para el novato 1 Se fue 49.8% (24.0-80.8) y Sp 91.1% (77.9-98.7), y para el novato 2 Se y Sp fueron 56.3% (29.3-88.7) y 94.0% (81.7-99.5), respectivamente. El acuerdo general (kappa) entre los tres operadores osciló entre 0,38 y 0,49 (justo). Tanto la precisión diagnóstica como la concordancia fueron mejores para el lado derecho del pulmón.

Conclusión

Un método de escaneado rápido permite añadir la consolidación pulmonar como parámetro adicional al trabajo científico sobre las enfermedades respiratorias en el ganado vacuno, incluso en estudios a gran escala. El poco tiempo que requiere cada examen y la interesante curva de aprendizaje después de una sola sesión de entrenamiento, lo convierten en una herramienta adecuada para su aplicación en la práctica para mejorar el diagnóstico de la neumonía y la gestión médico/preventiva. Todavía se requiere una validación más amplia por parte de múltiples usuarios, incluyendo diferentes razas y ganado más viejo, así como la determinación de la fiabilidad de la evaluación interna.

Bibliografía

En la version inglesa

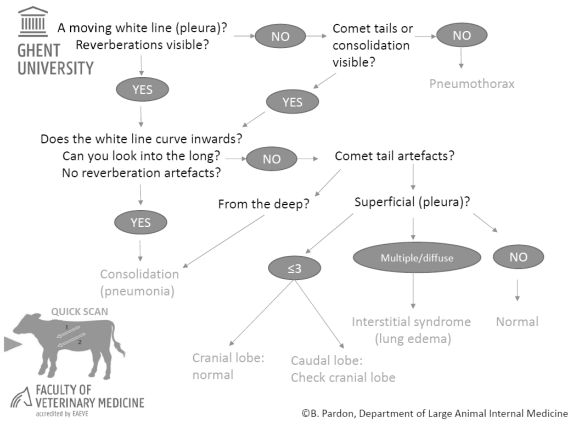


Figure 1. Algoritmo propuesto para la rápida clasificación en la explotación de lesiones pulmonares visibles por ultrasonidos en terneros, según lo usado en sesiones de formación Quick-Scan.

ENGLISH VERSION

A QUICK SCAN LUNG ULTRASOUND METHOD AND FLOW CHART AS A DECISION AID FOR BRONCHOPNEUMONIA DIAGNOSIS

B. Pardon, Ph.D, Dip. ECBHM

Respiratory tract infections cause major economic losses to the cattle industry and are the main indication for antimicrobial use[1,2]. Because of the difficulty of timely recognizing animals with bacterial pneumonia and differentiating them from animals with upper respiratory tract infection or viral infection only, antimicrobial group treatments are still frequently used in practice to manage outbreaks. However, a recent meta-analysis demonstrated no beneficial effects of antimicrobial group treatments for bovine respiratory disease (BRD) on morbidity or mortality at the long term[3]. Pressure to reduce antimicrobial use has massively increased, and the European Union encourages a shift from curative to preventive[4]. One recommended option to reduce antimicrobial use is to increase the availability of rapid and reliable diagnostics[4]. When it comes to treating respiratory tract infections, it appears at this time rational to only treat animals with bacterial pneumonia. An easy reasoning, but very difficult to realize in animals in practice, especially with growing herd sizes. Also, the inter-observer agreement of clinical examination (clinical signs, lung auscultation,...) between veterinarians appears to be poor, questioning the reliability and repeatability of a pneumonia diagnosis solely based on clinical examination[5]. In this talk, a rapid ultrasonographic method to detect lung consolidation in calves is presented as a clinical decision support tool for pneumonia management.

Lung ultrasonography

In recent years lung ultrasonography was translated from an ancillary diagnostic technique only used in clinics, to an on-farm tool to improve detection of pneumonia[6]. A major advantage was that the affordable devices with linear probes, currently used for reproductive follow-up, were sufficient to scan lungs and reach a diagnosis. Alcohol is used as a transducing agent, which has the advantage that animals do not need to be shaved. Of all available techniques (clinical scores, lung auscultation, haptoglobin), lung ultrasonography systematically was most accurate. Extensive scoring systems have been suggested[7], but today the interest mainly lies in a binary outcome variable to guide treatment. In a first Bayesian comparison, sensitivity (Se) was 79.4% (95% credibility interval (CI): 66.4-90.9) and specificity (Sp) 93.9% (95% CI: 88.0-97.6), using a cut-off of ≥1cm in consolidation depth[8]. A very recent analysis showed that when only looking for lung consolidations ≥3m caudal from the heart, a Se of 89.0% (95% CI: 55.0-100.0) and Sp of 95.0% (95% CI: 92.0-98.0) can be reached in a low prevalence population[9]. Today, no consensus on what scanning technique and consolidation threshold depth to use exists. The age of the animals might affect diagnostic accuracy, as for example the cranial lung lobes are less easy to scan in more muscled, older animals. Good news is that inter-observer agreement of lung ultrasonography appeared much better than clinical scoring or lung auscultation, but this study only involved image analysis, not scanning technique[10]. An issue is that different studies found different thresholds associated with different health or production outcomes (Table 1). Production parameter effects of the ≥1cm consolidation depth were not evaluated. When determining a desired threshold it is important not only to focus on production outcomes, but realize that animal welfare criteria are equally important.

Table 1. Summary table on associations of different lung consolidation thresholds as an estimate of pneumonia and production outcomes in calves

Consolidation depth threshold	Effect	No Effect	Reference
Any consolidation	Lower pregnancy rate in heifers Higher mortality risk Age at first calving	Age at first breeding First lactation milk production	Teixeira *et al.*, 2017[11]
≥ 1cm*	-		
≥ 3cm	-525 kg milk in first lactation Decreased pre-weaning average daily gain (- 45g/day)	Age at first calving Mortality Early removal from the herd No effect on average daily gain	Dunn *et al.*, 2018[12] Ollivett, 2014[13] Berman *et al.*, 2017[14]
≥ 6cm	Increased mortality Increased cull risk	Age at first calving	Adams and Buczinski, 2016[2]

*This threshold was used in the first studies to determine diagnostic accuracy in a Bayesian framework[8]

Quick-scan method and decision aid

Quick scan method

Lung ultrasonography has clearly found its way to scientific research and is to a limited extend brought to practice, mainly by academics at this time. However, in order to truly contribute to a more rational antimicrobial use, a wide-spread use of lung ultrasonography by practitioners is needed. Practitioners mention a too long time required per exam and a too long learning curve as the main hurdles for systematic use of lung ultrasound. To overcome these hurdles a quick scan method and simplified interpretative algorithm for lung ultrasonographic images was developed. A linear probe (5.5-7.5 MHz) is used because its size and shape allows to evaluate large parts of the lung in between the intercostal spaces in one image. Also, most practices already have this probe. When using isopropylalcohol (70-90%) as a transducing agent, sufficient contact can still be reached after a 50/50 dilution with water (to reduce operative costs). In young, individually housed calves no fixation is needed, and the operator can work alone. In older animals, fixation by helper assistance, halters or chutes ensures speed of the procedure.

The procedure is based on visualization of landmarks to ensure scanning of as much lung surface as possible. A limited amount (50-200 ml) of alcohol is poured dorsally on the calf 's thorax from the last rib up to the shoulder. The alcohol is further distributed by the probe during the scanning movement. Alternatively, alcohol can be dispersed by a commercially available drencher. Basically the quick-scan consists of 2 movements: 1 left, 1 right. When necessary, in older animals, a second caudocranial movement just ventral from the first one is made. Landmarks are provided in table 2. The scan starts at the tip of the diaphragmatic lobe, where abdomen and thorax meet. The probe is positioned vertically in the 8th-9th intercostal space and moved until it is completely parallel with the ribs. No acoustic shadows from ribs should be present in the obtained image. Next, the probe is moved cranially going from intercostal space to intercostal space, without loosing contact with the skin. Then, 'check point heart' should be visualized, consisting of an image half heart/ half lung. Here mainly the caudal part of the cranial lung lobe (left and right) can be visualized. Lobus medius can be visualized on the right side, immediately caudal from the heart. From the 'half heart/half lung' position the probe is moved more cranially, under the triceps muscle without losing contact with the thorax. By following the calf's anatomy the probe automatically shifts towards a more vertical position and is pushed downwards. The scan can be terminated, when the end image consisting of transections of the arteria and vena thoracica interna can be visualized (left and right). On the right side, the pars cranialis of the cranial lobe extends much more cranially from the heart. During the scan, as soon as any abnormality (comet tail artefact, pleural irregularity,...) is seen, the probe is halted at that position and gently moved cranio-caudally and back to expand the area of visualization. This approach increases the odds of detecting a consolidation.

Table 2. Landmarks used in a quick-scan lung ultrasonography method for pneumonia detection in calves

Landmark	Left	Right
Start (8-9th IC space)	Dorsal= lung; middle= spleen; ventral= rumen	Dorsal= lung; ventral= liver
Check point heart (4-5th IC space)	½ heart/ ½ lung	½ heart/ ½ lung
End point	a and v thoracica interna	a and v thoracica interna
IC= intercostal space		

Decision aid

Next to scanning technique, correct interpretation of the obtained images is crucial. A decision tree was built based on simple questions to guide the operator towards the correct 'image interpretation'. The tree groups the obtained images into 4 groups: (1) reverberation artefacts (A-lines): normally aerated lung; (2) few comet tails: normal on the cranial lobes; caudal lobes (cfr. tree in Figure 1); (3) multiple (diffuse) comet tails: interstitial syndrome (edema); (4) consolidation: pneumonia (or atelectasis). For practical reasons, some questions and images were oversimplified to ensure a rapid learning curve in novice operators, potentially laymen. Comet tails (B-lines) are defined as hyperechoic reflections which originate from the pleural line and travel roughly perpendicular to the pleural line of the lung. They synchronously move with lung respiration. They are formed every time there is a difference in acoustic impedance between two zones, e.g. fluid filled interlobular septa and air. In the tree, it is asked whether the observed comet tails originated from the deep or superficial. Strictly speaking, comet tails cannot originate from the deep. This is a control question to redirect the user towards a consolidation if he/she notices that the observed 'comet tails' originate from beneath the pleural surface. These are in fact air bronchograms, which are formed by changes in impedance between consolidated and aerated tissue. In the concept of Quick-scan the only criterion to confirm pneumonia and hence antimicrobial treatment is detection of a consolidation. The tree was designed and evaluated with a consolidation depth threshold of ≥1 cm. The threshold can be increased/decreased to increase specificity/sensitivity, depending of the operators goal in a specific situation.

Evaluation

Training sessions on lung ultrasonography and the quick-scan method/algorithm were organized in Belgium, the Netherlands, Germany, Austria and Switzerland. Gradually the most effective training session was shaped. In April 2018, we evaluated the learning efficacy of the 1.5h theoretical lesson (+ exercises) and the Quick-scan method in two novice veterinary students and one experienced operator. Participants were asked to scan 50 indoor group-housed calves, aged between 8-12 weeks old, in a commercial veal farm. A portable ultrasound (Tringa linear, Esaote) with 7.5 Mhz linear probe was used with 70% isopropyl alcohol as a transducing agent. Mean time pro exam was 50 sec ± 11 in the experienced operator and 117 sec ± 31 and 131 sec ± 52 in novice 1 and 2, respectively. In a Bayesian latent class model, including prior information on the accuracy of lung ultrasonography[8], Se and Sp of the experienced operator were 82.7% (69.5-91.8) and 93.8% (86.6-97.8), respectively[15]. For novice 1 Se was 49.8% (24.0-80.8) and Sp 91.1% (77.9-98.7), and for novice 2 Se and Sp were 56.3% (29.3-88.7) and 94.0% (81.7-99.5), respectively. Overall agreement (kappa) between the three operators ranged between 0.38 and 0.49 (fair). Both diagnostic accuracy and agreement were better for the right lung side.

Conclusions

A quick-scan method makes it possible to add lung consolidation as an additional parameter to scientific work on respiratory diseases in cattle, even in large scale studies. The short time required per exam and the interesting learning curve after a single training session, make it a suitable tool for application in practice to improve pneumonia diagnosis and medical/preventive management. More extensive validation by multiple users, including different breeds and older cattle as well as determination of intra-rater reliability are still required.

References

1. Pardon B *et al.* Prospective study on quantitative and qualitative antimicrobial and anti-inflammatory drug use in white veal calves. J Antimicrob Chemother 2012; 67: 1027-38.
2. Adams EA and Buczinski S. Ultrasonographic assessment of lung consolidation postweaning and survival to the first lactation in dairy heifers. J Dairy Sci 2016;99:1465-1470.
3. Baptiste KE and Kyvsgaard NC. Do antimicrobial mass medications work? A systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials investigating antimicrobial prophylaxis or metaphylaxis against naturally occurring bovine respiratory disease. Pathogens and Disease 2017;75.
4. EMA/EFSA. EMA and EFSA Joint Scientific Opinion on measures to reduce the need to use antimicrobial agents in animal husbandry in the European Union, and the resulting impacts on food safety (RONAFA). 2017.
5. Buczinski S *et al.* Evaluation of inter-observer agreement when using a clinical respiratory scoring system in preweaned dairy calves. N Z Vet J 2016;64:243-247.
6. Buczinski S *et al.* Ultrasonographic assessment of the thorax as a fast technique to assess pulmonary lesions in dairy calves with bovine respiratory disease. J Dairy Sci 2013;96:4523-4528.
7. Ollivett TL and Buczinski S. On-Farm Use of Ultrasonography for Bovine Respiratory Disease. Vet Clin North Am Food Anim Pract 2016;32:19-35.
8. Buczinski S *et al.* Bayesian estimation of the accuracy of the calf respiratory scoring chart and ultrasonography for the diagnosis of bovine respiratory disease in pre-weaned dairy calves. Prev Vet Med 2015;119:227-231.
9. Berman J *et al.* Bayesian estimation of sensitivity and specificity of systematic thoracic ultrasound exam for diagnosis of bovine respiratory disease in pre-weaned calves. Prev Vet Med 2019;162:38-45.
10. Buczinski S *et al.* Inter-rater agreement and reliability of thoracic ultrasonographic findings in feedlot calves, with or without naturally occurring bronchopneumonia. J Vet Intern Med 2018;32:1787-1792.
11. Teixeira AGV *et al.* Thoracic ultrasound assessment of lung consolidation at weaning in Holstein dairy heifers: Reproductive performance and survival. J Dairy Sci 2017;100:2985-2991.
12. Dunn TR *et al.* The effect of lung consolidation, as determined by ultrasonography, on first-lactation milk production in Holstein dairy calves. J Dairy Sci 2018; 101: 5404-5410.
13. Ollivett TL. Field trial to evaluate the effect of an intranasal respiratory vaccine protocol on calf health, ultrasonographic lung consolidation, and growth in Holstein dairy calves. J Dairy Sci 2018; 101: 8159-8168.
14. Berman J *et al.* A randomised clinical trial of a metaphylactic treatment with tildipirosin for bovine respiratory disease in veal calves. BMC Vet Res 2017;13:176.
15. Decremer L *et al.* Interobserver agreement of a quick-scan lung ultrasound method in calves. 50th Congress of the Italian Association for Buiatrics. October 10-13th

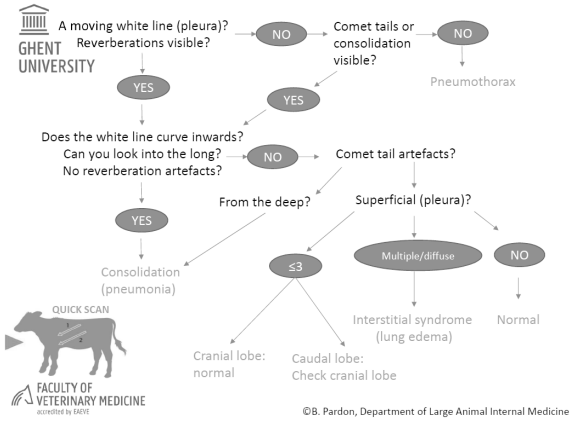


Figure 1. Proposed algorithm for rapid on farm classification of ultrasonographically visible lung lesions in calves, as used in Quick-Scan training sessions.

DESAFÍOS EN EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DEL SISTEMA DE ORDEÑO AUTOMATIZADO (AMS)

Nigel B. Cook MRCVS

Los sistemas de ordeño automático (AMS) se han convertido en algo habitual en Europa desde la instalación de las primeras unidades a principios de los años 90 en los Países Bajos. Más recientemente, se están volviendo populares en los Estados Unidos y Canadá debido a las dificultades asociadas con el suministro de mano de obra de alta calidad en granjas para ordeñar vacas en salas convencionales.

Los beneficios potenciales de las unidades AMS incluyen una reducción en la mano de obra para el funcionamiento de la lechería y un aumento en la producción de leche a partir de una frecuencia de ordeño más alta (De Koning y Rodenburg, 2004). De hecho, Salfer *et al.* (2017) señalaron que la producción de leche por vaca y el ahorro de mano de obra eran los principales factores de gestión que determinaban si es más rentable la gestión de las unidades de AMS que los rebaños convencionales. Estos beneficios a menudo se logran en rebaños más pequeños de 60 a 120 vacas lecheras que normalmente se ordeñan dos veces al día en una instalación pequeña o en una sala pequeña (Rotz *et al.*, 2003). Salfer *et al.* (2018) observaron que el 57% de las instalaciones de AMS en el Medio Oeste Superior de EE.UU. que estaban anticuadas realizaron este cambio. Sin embargo, algunos rebaños lecheros en los Estados Unidos están construyendo a mayor escala, a veces con 20 o más robots por caja por granja para acomodar a 1,000 o más vacas lecheras. A estos rebaños se les pide que reemplacen la gestión convencional de la sala de ordeño con una alta producción de leche por un ordeño de tres veces al día por medio de la robótica, donde puede que no se logre una mayor producción de leche. Además, los supuestos beneficios de la reducción de la mano de obra pueden disminuir debido a que los trabajadores deben visitar múltiples corrales de vacas para completar las tareas y buscar vacas que no han ordeñado en el robot dentro de un período de tiempo predeterminado (Rotz *et al.*, 2003). Más bien, hay un cambio en el trabajo que se aleja del estrés diario del ordeño hacia la gestión de la granja y el análisis de datos en los rebaños con unidades de AMS. Los buenos administradores de granjas y aquellos con expectativas realistas del sistema AMS pueden experimentar algo de alivio en el trabajo a través de horarios de trabajo flexibles, pero todavía debe haber alguien de guardia en todo momento debido al ordeño continuo las 24 horas del día.

El diseño y la disposición del establo tienen un impacto intuitivo en la eficiencia del trabajo y el bienestar de las vacas. En los rebaños de ordeño convencionales, el diseño del establo es de vital importancia para el rendimiento general del rebaño (Brotzman *et al.*, 2015). La evaluación reciente de los registros de más de 600 unidades de la AMS de América del Norte sugiere que el desempeño general es decepcionante. Los rebaños tenían un promedio de sólo 70 libras (32 kg) de leche por vaca y día con 2,9 ordeños por día (Tremblay *et al.*, 2016), lo que se compara desfavorablemente con los rebaños de ordeño convencional de alto rendimiento evaluados por Cook *et al.* (2016) en el Medio Oeste Superior con rendimientos de leche superiores a 90 libras (41 kg) de leche por vaca por día. En el análisis de grupo de Tremblay *et al.* (2016), un grupo de unidades de MGA de la raza Holstein del Medio Oeste se comportaron mejor, con un promedio de 35,5 kg (78 lb) y un grupo similar de rebaños encuestados por Salfer *et al.* (2018) promedió 73 lb (33.2 kg). Una de las razones de esta diferencia de rendimiento con los rebaños convencionales puede ser el control de la cojera. Mientras que los rebaños convencionales de alto rendimiento encuestados por Cook *et al.* (2016) promediaron sólo un 13% de prevalencia de cojera, estudios de unidades de AMS en Norteamérica sugieren que la cojera está afectando alrededor del 15 al 31% de las vacas en estos rebaños (King *et al.*, 2016; Salfer *et al.*, 2018). Además, otras investigaciones (Bach *et al.*, 2007; Borderas *et al.*, 2008; García *et al.*, 2014) han demostrado que la cojera tiene un impacto significativo en la frecuencia de las visitas a la unidad AMS para ordeñar, socavando así el rendimiento general del rebaño, y haciendo de la prevención de la cojera una alta prioridad para el diseño y manejo de la AMS.

Los aspectos del diseño de las instalaciones de AMS que pueden ser perjudiciales para el control de la cojera y la alta producción de leche incluyen demasiadas vacas por robot, establos con camas de colchón, suelos de listones, falta de espacio en los lechos y un corral fresco separado para novillas y vacas, ventilación y refrigeración deficientes, y un uso limitado de los pediluvios. Los elementos de diseño que se sabe que son de vital importancia para el éxito de los rebaños de ordeño convencionales son aún más importantes para los rebaños de AMS. Salfer *et al.* (2018) mostraron que la cojera en los rebaños de AMS del Medio Oeste Superior es menor en los rebaños que usan lecho de arena en comparación con los que tienen colchones y colchonetas, reflejado en Cook *et al.* (2016) sobre los rebaños de ordeño convencionales. Además, Deming *et al.* (2013) han subrayado la importancia de proporcionar suficiente espacio en los lechos a las vacas en unidades AMS. Más específico para el diseño de AMS y la producción de leche, Tremblay *et al.* (2016) mostraron que la producción de leche por robot era mayor en los sistemas de flujo libre en comparación con los sistemas de flujo guiado, en los que las vacas deben entrar en el robot para ser ordeñadas antes de acceder a la sala de alimentación.

Estos hallazgos sugieren que los elementos de diseño del establo en las unidades AMS pueden impulsar la salud general y la producción del rebaño.

Claves para el éxito del diseño de AMS

Hay varios elementos de diseño que deben cumplirse para mejorar la productividad y el bienestar en las unidades AMS. Estos incluyen:

- 55 vacas por caja robótica
- Un cómodo y amplio freestall con camas sueltas diseñado para el tamaño de las vacas que lo utilizan.
- Acceso a alimentos y agua - un mínimo de 24 pulgadas (61 cm) de espacio en el lecho por vaca con sujeciones para el manejo de animales, y 3.5 pulgadas (9 cm) de perímetro de agua accesible por vaca.
- Un mínimo de 12 pies (3,7 m) de ancho en los pasillos del establo, 14 pies (4,3 m) de ancho en los pasillos de alimentación y 14 pies de ancho en los cruces entre pasillo de alimentación y los pasillos de establo, con hormigón adecuadamente ranurado, para permitir un acceso seguro y despejado a los robots.
- Suficiente área abierta delante del robot(s) con congestión mínima para que las vacas entren y salgan del área del

robot.

- Un sistema de tráfico para facilitar la clasificación de las vacas y una cómoda puerta de acceso para el manejo por una sola persona.
- Un corral de recogida de tamaño adecuado situado en un lugar de fácil acceso.
- Una ubicación de baño de pies funcional para minimizar el impacto en las visitas de los robots, que puede ser operado independientemente del cuidador.
- Un corral fresco designado para novillas y vacas maduras, con acceso al robot las 24 horas del día y un lecho de 75 cm (30 pulgadas) por vaca.
- Corrales de separación para vacas en tratamiento, vacas cojas y vacas en celo con instalaciones para su manipulación, examen y tratamiento
- Fácil acceso al robot desde el área de maternidad.
- Excelente ventilación y refrigeración

ENGLISH VERSION

CHALLENGES IN AUTOMATED MILKING SYSTEM (AMS) FACILITY DESIGN

Nigel B. Cook MRCVS

Automatic milking systems (AMS) have become commonplace in Europe since the installation of the first units in the early 1990s in the Netherlands. More recently, they are becoming popular in the United States and Canada due to difficulties associated with sourcing high quality labor on farms to milk cows in conventional parlors.

The potential benefits of AMS units include a reduction in labor to run the dairy and an increase in milk production from a higher milking frequency (De Koning and Rodenburg, 2004). Indeed, Salfer *et al.* (2017) noted that milk production per cow and labor savings were the main management factors determining whether AMS units were more profitable to operate than conventional herds. These benefits are often realized in smaller herds of 60 to 120 milking cows that typically milked two times a day in a tiestall facility or a small parlor (Rotz *et al.*, 2003). Salfer *et al.* (2018) noted that 57% of AMS installations in the Upper Midwest transitioned from aged tiestall facilities. However, some dairy herds in the United States are building on a larger scale, sometimes with 20 or more box robots per farm to accommodate 1,000 or more milking cows. These herds are asked to replace conventional parlor milking management achieving high milk production with three times a day milking with robotics, where increased milk production may not be realized. Additionally, the presumed benefits of labor reduction may be lessened because workers must visit multiple pens of cows to complete chores and fetch cows that have failed to milk at the robot within a pre-determined period of time (Rotz *et al.*, 2003). Rather, there is a shift in labor away from the daily stresses of milking towards farm management and data analysis in herds with AMS units. Good farm managers and those with realistic expectations of the AMS system may see some relief in labor through flexible working hours, but someone must still be on-call at all times due to continuous milking around the clock.

Barn design and layout intuitively have an impact on labor efficiency and cow well-being. In conventional milking herds, barn design is vitally important to the overall performance of the herd (Brotzman *et al.*, 2015). Recent evaluation of records from over 600 North American AMS units suggests that overall performance is disappointing. Herds averaged only 70 lbs (32 kg) of milk per cow per day with 2.9 milkings per day (Tremblay *et al.*, 2016), which compares unfavorably with the high performing conventionally milked herds evaluated by Cook *et al.* (2016) in the Upper Midwest with milk yields in excess of 90 lbs (41 kg) milk per cow per day. In the cluster analysis by Tremblay *et al.* (2016), a Midwest group of Holstein breed AMS units faired better, averaging 78 lb (35.5 Kg) and a similar group of herds surveyed by Salfer *et al.* (2018) averaged 73 lb (33.2 kg). One reason for this performance gap with conventional herds maybe lameness control. While the high performing conventional herds surveyed by Cook *et al.* (2016) averaged only 13% lameness prevalence, studies from AMS units in North America suggest that lameness is affecting around 15 to 31% of cows in these herds (King *et al.*, 2016; Salfer *et al.*, 2018). Additionally, other research (Bach *et al.*, 2007; Borderas *et al.*, 2008; Garcia *et al.*, 2014) has shown that lameness significantly impacts the frequency of visits to the AMS unit for milking, thereby undermining the overall performance of the herd, and making lameness prevention a high priority for AMS design and management.

Aspects of AMS facility design that may be detrimental to lameness control and high milk production include too many cows per robot, mattress bedded stalls, slatted floors, lack of sufficient bunk space and a separate fresh pen for heifers and cows, poor ventilation and cooling, and limited footbath use. Design elements that are known to be vitally important to the success of conventional milking herds are even more important for AMS herds. Salfer *et al.* (2018) showed that lameness in Upper Midwestern AMS herds is less in herds using sand bedding compared to those with mats and mattresses, mirroring Cook *et al.* (2016) findings in conventional milking herds. In addition, Deming *et al.* (2013) have stressed the importance of providing sufficient bunk space to cows in AMS units. More specific to AMS design and milk production, Tremblay *et al.* (2016) showed that milk production per robot was higher in free-flow systems when compared to guided-flow systems - where cows must enter the robot to be milked before accessing the feed bunk.

These findings suggest that elements of barn design in AMS units can drive the overall health and production of the herd.

Keys to AMS Design Success

There are several design elements that need to be met top enhance productivity and well-being in AMS units. These include:

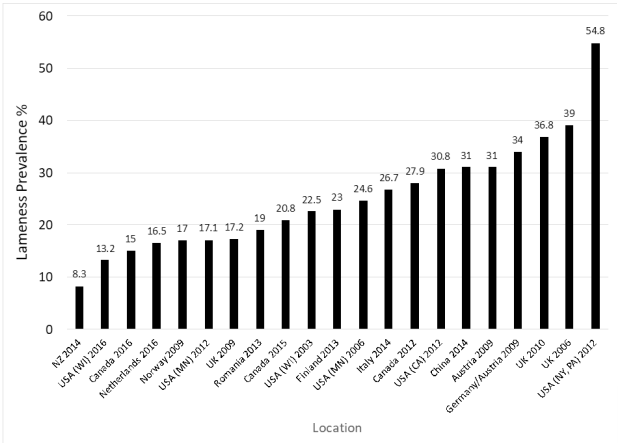
- 55 cows per robot box
- A comfortable, deep loose-bedded freestall designed for the size of the cows using them.
- Access to food and water – minimum 24 inches (61 cm) of bunk space per cow with headlocks for animal handling, and 3.5 inches (9 cm) of accessible water trough perimeter per cow.
- Minimum 12-foot (3.7 m) wide stall alleys, 14-foot (4.3 m) wide feed alleys, and 14-foot wide crossovers between the feed and stall alleys, with appropriately grooved concrete, to allow safe clear access to the robots.
- Sufficient open area in front of the robot(s) with minimal congestion for cows entering and leaving the robot area.
- A traffic system for ease of sorting cows and convenient gating for single person operation.
- An adequately sized fetch pen located with easy access.
- A functional footbath location to minimize the impact on robot visits, that can be operated independent of the caregiver.
- A designated fresh pen for heifers and mature cows, with 24-hour access to the robot and 30 inches (75 cm) bunk space per cow.
- Separation pens for treatment cows, for lame cows and for cows in heat with facilities for handling, examination and treatment
- Easy access to the robot from the maternity area.
- Excellent ventilation and cooling

COJERA: UN ENFOQUE ORIENTADO A LAS LESIONES PARA LA PREVENCIÓN DE LA COJERA

Nigel B. Cook MRCVS

Tenemos una crisis mundial de cojera en nuestra industria láctea. La prevalencia mundial de cojera en los rebaños lecheros (definida como una vaca que camina con una transferencia de peso notable y una "cojera") es de aproximadamente el 24% en estudios basados en Alemania, Austria, Canadá, China, Estados Unidos, Finlandia, Italia, Noruega, Nueva Zelanda, Países Bajos, Reino Unido (p. ej, Amory *et al.*, 2006; Barker *et al.*, 2010; Chapinal *et al.*, 2014; Cook, 2003; Cook *et al.*, 2016; Dippel *et al.*, 2009; Fabian *et al.*, 2014; Kielland et al, 2009; Popescu *et al.*, 2014; Sarjokari *et al.*, 2013; von Keyserlingk *et al.*, 2012), con una tendencia hacia una menor prevalencia en el pastoreo o en sistemas mixtos de estabulación y pastoreo (por ejemplo, 16,5% en Amory *et al.*, 2006; 8,3% en Fabian *et al.*..., 2014; y 15% en Haskell *et al.*, 2006), y una mayor prevalencia en rebaños en régimen de confinamiento (por ejemplo, 31% en Chapinal *et al.*, 2014; 54,8% en rebaños lecheros del noreste de los Estados Unidos en von Keyserlingk *et al.*, 2013).

Figura 1. Prevalencia mundial de cojera en rebaños de vacas lecheras por ubicación según la literatura revisada detenidamente desde 2003



A pesar de la investigación y de una mejora significativa en nuestra comprensión de las causas de la cojera en las últimas tres décadas, parece que estamos librando una batalla perdida, y el problema se ha asociado con una creciente intensificación de la industria láctea, una mayor producción de leche y una vivienda de confinamiento, con la conclusión obvia de que la cojera es una consecuencia inevitable de estas decisiones. Los consumidores tienen la expectativa de que las vacas deben pastar y parecen dar un valor considerable al ganado que tiene acceso al exterior, donde tienen aire fresco y libertad para deambular (Cardoso *et al.*, 2016). Enfatizan la necesidad de un cuidado humano de los animales (Cardoso *et al.*, 2016), por lo que la sostenibilidad de la industria se ve amenazada cuando el público en general se entera de que los sistemas de producción no cumplen con sus expectativas - y la cojera es un problema obvio que ha sido y debe seguir siendo una prioridad para que la resolvamos.

¿Qué causa la cojera en el ganado lechero?

La etiopatogénesis de una variedad de lesiones de pezuña ha sido investigada y revisada ampliamente (por ejemplo, Bicalho y Oikonomou, 2013; Cook y Nordlund, 2009; Cook, 2015; Evans *et al.*, 2015), centrándose en factores genéticos, nutricionales, hormonales, mecánicos, infecciosos y ambientales.

A través de numerosas encuestas en diferentes sistemas de producción, tres lesiones emergen consistentemente como contribuyentes más significativas a la cojera - dermatitis digital (DD), enfermedad de la línea blanca (WLD) y úlcera plantar (SU) (ej. Barker *et al.*, 2009; Defrain *et al.*, 2013). Nuestra capacidad de impactar la cojera globalmente dependerá del desarrollo de estrategias de control efectivas dirigidas a estas tres lesiones. Reconozco que existen algunas diferencias entre los sistemas de producción y algunos países. Por ejemplo, la DD aún no se ha convertido en una lesión de pezuña dominante en Nueva Zelanda y Australia, probablemente debido a la ausencia de factores de riesgo ambientales. Sin embargo, la enfermedad se ha propagado en asociación con los sistemas lácteos de confinamiento en todo el mundo, y ahora incluso en estos lugares la DD está apareciendo con una baja prevalencia (Chesterton, 2015). En los sistemas de pastoreo, el WLD parece dominar, con contusiones en la planta de la pezuña y fisuras axiales en las pezuñas que se declaran con frecuencia. Como quiera que sea, es importante tener en cuenta que es poco probable que una planta sana tenga "moratones" a menos que el grosor de la planta de la pezuña esté comprometido, lo que sugiere que esto es una causa subyacente. Sabemos que las plantas delgadas emergen como un problema significativo en los sistemas lácteos de confinamiento más grandes en asociación con la ulceración de los dedos (Shearer *et al.*, 2006), donde se pide a las vacas que caminen largas distancias hacia y desde la sala de ordeño para ser ordeñadas. Por lo tanto, es probable que el desgaste de los cascos sea el problema subyacente en ambos, debido a la exposición a la pista (rebaños de pastoreo) o al pasillo de hormigón (rebaños de confinamiento).

Afirmaré que ahora sabemos más que nunca qué es lo que causa la cojera, y aunque todavía tenemos más que aprender, sabemos lo suficiente para resolver el problema mundial de la cojera en nuestra industria láctea.

Un enfoque de ciclo de vida

No importa cuál sea la causa de la cojera, una vez que la vaca desarrolla una lesión, tiene un riesgo mucho mayor de desarrollar la misma lesión de nuevo en la siguiente lactancia (Oikonomou *et al.*, 2013), probablemente debido a los cambios anatómicos permanentes en la estructura y función de la uña - incluyendo la almohadilla de grasa, el aparato de suspensión y el hueso podal en sí (Tabla 1).

Tabla 1. Incidencia de lesión de cojera ajustada por lactancia (enfermedad de la línea blanca = LES, úlcera plantar = SU y dermatitis digital = DD) por estado de la lesión (0 = ninguna lesión, 1 = lesión) en la paridad anterior (1-3). (de Oikonomou *et al.*, 2013)

Lesion	Parity	Lesion Status	Lactation Adjusted Incidence			P-value
			2	3	≥4	
WLD	1	0	6	11	15	<0.01
		1	20	21	24	
	2	0		9	13	<0.01
		1		20	18	
	3	0			10	<0.001
		1			21	
SU	1	0	12	20	26	<0.001
		1	44	32	23	
	2	0		15	24	<0.001
		1		40	30	
	3	0			18	<0.001
		1			41	
DD	1	0	7	7	8	<0.001
		1	32	15	10	
	2	0		5	7	<0.001
		1		19	12	
	3	0			5	<0.001
		1			14	

También sabemos que, aunque la enfermedad de los cuernos de pezuña es relativamente poco común en las novillas, la infección por DD puede afectar al 20-30% de las novillas después de la edad reproductiva en muchas instalaciones de cría, probablemente como resultado de los mismos factores de riesgo de mala higiene de las patas que han exacerbado el problema en las vacas maduras. Laven y Logue (2007) y Holzhauer *et al.* (2012) han demostrado la importancia del período pre-parto para afectar la aparición de DD durante la siguiente lactancia, y Gomez *et al.* (2015) pudieron demostrar un mayor riesgo de DD en vacas primíparas cuando sufren uno o más episodios de DD durante el período de cría, en comparación con las novillas que no se ven afectadas durante el período de cría.

La DD afecta a las vacas más jóvenes, con una incidencia que alcanza su punto máximo típicamente en el 1º o 2º parto, mientras que la incidencia de SU y WLD aumenta con la edad hasta alrededor de la 4ª lactancia (Oikonomou *et al.*, 2013).

Por lo tanto, estos datos apoyan un enfoque para el control de la cojera que abarca el ciclo de vida de la vaca, comenzando durante el período de cría de la vaquilla, con estrategias que son específicas de la lesión y de la edad, adaptadas al tipo de lesiones que son más prevalentes en cada granja. Comprender la motivación de los ganaderos para implementar el cambio es fundamental para los consultores (Leach *et al.*, 2010). Sin embargo, parece probable que con el crecimiento y la expansión de las auditorías de bienestar a nivel mundial, no tendrán más opción que cumplirlos. En última instancia, los productores que han tenido éxito en su control de la cojera se convertirán en los mejores vendedores de programas de prevención para los otros que están rezagados, y estos productores necesitarán cada vez más una hoja de ruta efectiva para acelerar el cambio.

Estrategias orientadas a los factores de riesgo del rebaño

En los últimos años se han estudiado los factores de riesgo a nivel de rebaño para la cojera en múltiples países y en una variedad de sistemas de producción. De estos estudios han surgido una serie de conclusiones coherentes. Los factores que parecen estar asociados con un menor riesgo de cojera incluyen: menos tiempo de pie sobre el hormigón (Bell *et al.*, 2009), puestos cómodos con lechos profundos (Chapinal *et al.*, 2013; Cook, 2003; Dippel *et al.*, 2009; Espejo *et al.*, 2006; Rouha-Mulleder, et al, 2009; Solano *et al.*, 2015), acceso a pastos o a un lote de ejercicio externo (Chapinal *et al.*, 2013; Hernandez-Mendo *et al.*, 2007; Popescu *et al.*, 2013; Rouha-Mulleder, *et al.*, 2009), rápido reconocimiento y tratamiento de la cojera (Barker at al.., 2010), mayor puntuación de la condición corporal (Dippel *et al.*, 2009; Espejo *et al.*, 2006 Randall *et al.*, 2015), uso de sistemas de eliminación de estiércol distintos de los rascadores automáticos (Barker at al., 2010), uso de suelos no resbaladizos y no traumáticos (Barker *et al.*, 2010), 2010; Sarjokari *et al.*, 2013; Solano *et al.*, 2015a), uso de una barrera de alimentación dividida (en lugar de un sistema de postes y rieles), con un pasillo de alimentación más amplio (Sarjokari *et al.*, 2013; Westin *et al.*, 2016).

Debe esperarse que el recorte profesional rutinario de las pezuñas, el acceso a un canal de recorte para el tratamiento y el uso de un programa de pediluvio efectivo produzcan mejoras en la cojera (p. ej.,Pérez-Cabal y Alenda. 2014), pero estos efectos a menudo se confunden en estudios observacionales asociativos (por ejemplo, Amory *et al.*, 2006). También es cierto que muchos podadores mal entrenados causan más daño que bien, y muchas rutinas de pedilubios son ineficaces debido a un mal diseño y gestión (Cook *et al.*, 2012; Solano *et al.*, 2015b). De manera similar, varios estudios apuntan a ubicaciones restrictivas de los rieles del cuello, elevadas alturas de los bordillos traseros y obstrucciones de las embestidas como factores de riesgo para la cojera (por ejemplo, Chapinal *et al.*, 2013; Dippel *et al.*, 2009; Rouha-Mulleder *et al.*, 2009; Westin *et al.*, 2016); sin embargo, la ubicación correcta de los rieles del cuello y la altura de los bordillos es específica para el diseño del cubículo, por lo que se debe tener cuidado al interpretar estos hallazgos. Más recientemente, el ancho del cubículo ha surgido como un factor significativo que influye en la cojera (Westin *et al.*, 2016)

Alta producción y bajos niveles de cojera

Aunque sabemos que las vacas Holstein son quizás más susceptibles a la cojera (p.e. Sarjokari *et al.*, 2013), y parece haber un componente genético en el desarrollo de DD, SU y WLD, con un vínculo con una mayor producción de leche (Oikonomou *et al.*, 2013), no creo que el fracaso sea inevitable.

Tuvimos la oportunidad de visitar 66 rebaños de alto rendimiento de Wisconsin que han estado implementando estrategias para prevenir la cojera por más de una década (Cook *et al.*, 2016). Estos rebaños tenían un tamaño medio de 851 vacas, estaban confinadas en cubículos y producían más de 40 kg de leche corregida energéticamente por vaca y día de promedio. La prevalencia de cojera clínica promedió 13.2% - lo que rivalizaría con el grado de cojera identificado en los rebaños de pastoreo (p.ej. 8.3% según lo reportado por Fabian *et al.*, 2014), y en los sistemas mixtos de estabulación y pastoreo o de manejo orgánico en otros lugares (p.e. 16.5% en Amory *et al.*, 2006; 17.2% en Rutherford *et al.*, 2008). Curiosamente, es menor que la prevalencia encontrada en rebaños similares en el Medio Oeste hace una década o más (por ejemplo, 22.5% en Cook, 2003; 24.6% en Espejo *et al.*, 2006), lo que sugiere que el grado general de cojera en la región podría estar mejorando. La cojera severa también fue poco común, con una media del 2,5%. Este promedio es más bajo que el encontrado en la mayoría de los estudios previos de freestall (por ejemplo, 5.3% en Barker *et al.*, 2010; 16% en Dippel *et al.*, 2009; 4.8% en Husfeldt *et al.*, 2012). Por lo tanto, parece que el alto rendimiento puede ser compatible con niveles aceptables de cojera, si manejamos las vacas correctamente. La Tabla 2 destaca algunas de las características de manejo de estos rebaños relacionadas con la gestión de la cojera.

Tabla 2. Características de manejo de las vacas de grupo multíparas de alta producción en rebaños lecheros de élite en Wisconsin (de Cook *et al.*, 2016).

Característica de gestión	***%Rebaños o medio***
%Puestos con lechos de arena (lechos sueltos profundos, incluidos los sólidos de estiércol)	62 (70)
%Corrales de 2 filas (frente a los de 3 filas)	61
% de uso de cornadizas en el pesebre	83
Frecuencia de ordeño (% 3 veces al día)	67
%Uso de la rBST	67
%Suelo macizo (vs a listones)	100
%Suelos de goma en los pasillos del cubículo	5
%Suelos de goma en carriles de transferencia	15
%Suelos de goma en las zonas de espera	41
%Suelos de goma en salones	68
%Limpieza manual del estiércol de los pasillos	73
%Uso de ventiladores sobre la zona de descanso	96
%Uso de chorros de agua en los establos	79
%Permitir el acceso al exterior para deambular	9
%Recorte al menos una vez por lactancia	88
%Recorte de las vacas al menos dos veces por lactancia	65
%Recorte de novillas antes del parto	49
Frecuencia media de pedilubio (ordeños por semana)	4,5
Promedio de vacas por trabajador a tiempo completo (ETC)	62

Al examinar las estrategias de manejo con altos niveles de adopción en la Tabla 1, hay consistencia con los factores de riesgo a nivel de rebaño documentados previamente. Estos rebaños utilizan establos de lechos profundos y sueltos, tienen corrales de 2 filas con cornadizas, tienen suelos sólidos con uso estratégico de suelos de goma, especialmente alrededor del centro de ordeño. Particularmente, estas manadas no usaban suelos de goma en sus corrales para controlar la cojera. Limpian el estiércol de los pasillos cuando las vacas están fuera del corral, y tienen programas agresivos de cuidado de las pezuñas, reducción del calor y pedilubios. Dos tercios de los rebaños usan rBST y ordeñan la leche tres veces al día, y tal vez sorprendentemente, el 9% deja a sus vacas de alta producción fuera del establo estratégicamente - no para pastar, sino para pasar tiempo lejos de los suelos de hormigón del establo. En un modelo multivariado, los cubículos con camas profundas, el acceso a los pastos y menos vacas por trabajador en régimen FTE redujeron significativamente el riesgo de cojera en general.

El manejo de la cojera continuará siendo refinado, pero estos rebaños demuestran que sabemos lo suficiente en este momento para implementar un cambio positivo en la industria lechera y lograr niveles aceptablemente bajos de cojera, incluso en el ganado que puede ser inherentemente más susceptible.

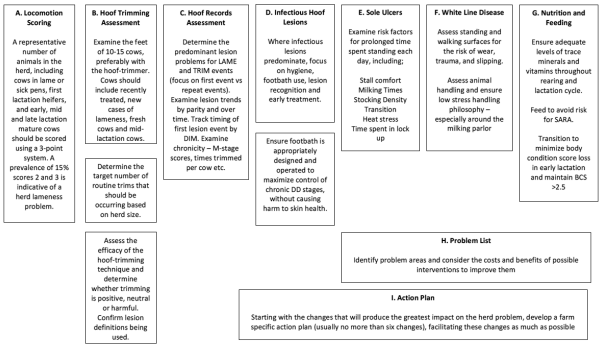
Un enfoque estructurado para la prevención de la cojera

Cuando soluciono problemas de cojera, utilizo un enfoque estructurado que comienza con la puntuación de la locomoción, el análisis de la lesión y la evaluación del programa de rutina de recorte de pezuñas y vigilancia de vacas cojas. Es esencial que el recorte de los cascos sea un componente de la prevención y no un factor de riesgo en sí mismo. Luego examino los factores de riesgo para cada una de las lesiones clave de la pezuña y termino con una revisión de las prácticas de alimentación. A partir de este examen, podemos crear un plan de acción específico para el rebaño diseñado para maximizar el impacto en las lesiones clave de pezuña en la granja.

Para la prevención de la DD, nos centramos en la identificación temprana de las lesiones agudas (antes de que el ganado esté cojo) y en el tratamiento rápido y efectivo, comenzando alrededor de la edad reproductiva en establos de reemplazo de novillas y continuando a lo largo de la vida del animal, junto con un programa de pediluvio efectivo para controlar las lesiones crónicas y mantenerlas bajo control. Los suplementos de minerales traza (oligominerales) tienen un papel importante que desempeñar, especialmente durante el período de cría. Para la prevención de la SU nos centramos en los factores de riesgo que prolongan los tiempos de permanencia diarios en pie: diseño de los puestos y amortiguación de la superficie, densidad de población, tiempos de ordeño, reducción del calor y tiempo de bloqueo para las tareas de gestión. Optimizamos el período de transición para maximizar el descanso y reducir la pérdida de BCS en la lactancia temprana. Finalmente, para el control de WLD, examinamos las áreas de la granja donde el suelo pone a la vaca en riesgo de resbalar, trauma y desgaste excesivo de las pezuñas, y observamos a los trabajadores para asegurar un manejo de bajo estrés - especialmente durante la operación de la sala de ordeño.

El enfoque general se resume en la Figura 2. Cada evaluación da como resultado una lista de problemas que puede utilizarse para desarrollar un plan de acción específico para el rebaño.

Figura 2. Plan de solución de problemas de cojera del rebaño



Conclusión

En este artículo, he argumentado que, aunque todavía tenemos vacíos de conocimiento para llenar nuestra comprensión de la cojera, la crisis global a la que nos enfrentamos con 1 de cada 4 vacas que caminan con una cojera dolorosa puede ser resuelta implementando nuestro conocimiento actual dirigido a las lesiones clave del casco; DD, WLD y SU. El reto al que nos enfrentamos es el de crear una hoja de ruta sencilla dirigida a los problemas más significativos de los productores individuales y motivarlos para que implementen los cambios necesarios. Los productores de leche que ya han tenido éxito en la prevención de la cojera desempeñarán un papel importante para motivar a otros a seguir sus pasos.

Más información sobre la prevención de la cojera está disponible en https://thedairylandinitiative.vetmed.wisc.edu/es/pagina-de-inicio/lifestep-lameness-module/

ENGLISH VERSION ▾

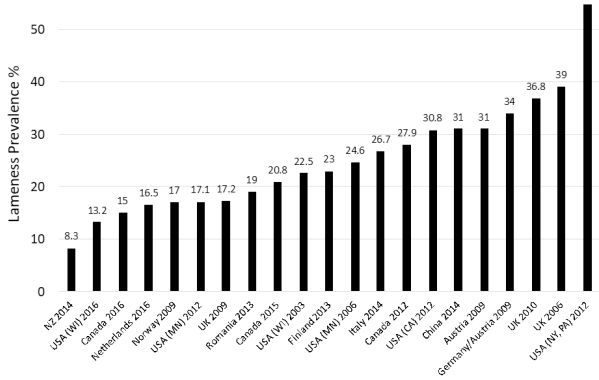
LAMENESS: A LESION ORIENTED APPROACH TO LAMENESS PREVENTION

Nigel B. Cook MRCVS

We have a global lameness crisis in our dairy industry. The worldwide prevalence of lameness in dairy herds (defined as a cow walking with noticeable weight transfer and a 'limp') is

approximately 24% across studies based in Austria, Canada, China, Finland, Germany, Italy, Netherlands, New Zealand, Norway, UK and the US (e.g., Amory *et al.*, 2006; Barker *et al.*, 2010; Chapinal *et al.*, 2014; Cook, 2003; Cook *et al.*, 2016; Dippel *et al.*, 2009; Fabian *et al.*, 2014; Kielland *et al.*, 2009; Popescu *et al.*, 2014; Sarjokari *et al.*, 2013; von Keyserlingk *et al.*, 2012), with a trend toward lower prevalence in grazing or mixed housing and grazing systems (e.g. 16.5% in Amory *et al.*, 2006; 8.3% in Fabian *et al.*, 2014; and 15% in Haskell *et al.*, 2006), and a higher prevalence in confinement housed freestall herds (e.g. 31% in Chapinal *et al.*, 2014; 54.8% in North East US dairy herds in von Keyserlingk *et al.*, 2013).

Figure 1. Worldwide prevalence of lameness in dairy herds by location from the peer reviewed literature since 2003



Despite research and a significant improvement in our understanding of the causes of lameness over the last three decades, we appear to be fighting a losing battle, and the problem has been associated with increasing intensification of the dairy industry, higher milk production and confinement housing, with the obvious conclusion that lameness is an inevitable consequence of these decisions. Consumers carry an expectation that cows should graze and appear to place considerable value on cattle having access to the outdoors, where they have fresh air and freedom to roam (Cardoso *et al.*, 2016). They emphasize the need for humane care of the animals (Cardoso *et al.*, 2016), so the sustainability of the industry is threatened when the general public learns that production systems do not meet their expectations – and lameness is an obvious problem that has been and should continue to be a high priority for us to resolve.

What Causes Lameness in Dairy Cattle?

The aetiopathogenesis of a variety of hoof lesions has been researched and reviewed extensively (eg. Bicalho and Oikonomou, 2013; Cook and Nordlund, 2009; Cook, 2015; Evans *et al.*, 2015), centering on genetic, nutritional, hormonal, mechanical, infectious and environmental factors.

Across numerous surveys in different production systems, three lesions emerge consistently as the most significant contributors to lameness – digital dermatitis (DD), white line disease (WLD) and sole ulcer (SU) (eg. Barker *et al.*, 2009; Defrain *et al.*, 2013). Our ability to impact lameness globally will depend on developing effective control strategies targeted at these three lesions. I will concede that some differences do exist between production systems and some countries. For example, DD has yet to become a dominant hoof lesion in New Zealand and Australia, likely due to the absence of environmental risk factors. However, the disease has spread in association with confinement housed dairy systems around the world, and now even in these locations DD is appearing at a low prevalence (Chesterton, 2015). In grazing systems, WLD appears to dominate, with sole bruising and axial wall fissures often reported. It is however important to note that a healthy sole is unlikely to 'bruise' unless the sole thickness is compromised, suggesting this as an underlying cause. We know thin soles emerge as a significant problem in larger confinement dairy systems in association with toe ulceration (Shearer *et al.*, 2006), where cows are asked to walk long distances to and from the parlor for milking. It is therefore likely that hoof wear is the underlying issue in both, due to exposure to the track (grazing herds) or concrete alley (confinement herds).

I will contend that we now know more than ever what causes lameness, and while we still have more to learn, we know enough currently to solve the global lameness problem in our dairy industry.

A Life Cycle Approach

No matter what the causation of lameness, once the cow develops a lesion, they are at much greater risk for developing the same lesion again in the next lactation (Oikonomou *et al.*, 2013), likely due to permanent anatomical changes to the structure and function of the claw – including the fat pad, the suspensory apparatus and the pedal bone itself (Table 1).

Table 1. Lactation adjusted incidence of lameness lesion (white line disease = WLD, sole ulcer = SU and digital dermatitis = DD) by lesion status (0 = no lesion, 1 = lesion) in the previous parity (1-3). (from Oikonomou *et al.*, 2013)

Lesion	Parity	Lesion Status	Lactation Adjusted Incidence			P-value
			2	3	≥4	
WLD	1	0	6	11	15	<0.01
		1	20	21	24	
	2	0		9	13	<0.01
		1		20	18	
	3	0			10	<0.001
		1			21	
SU	1	0	12	20	26	<0.001
		1	44	32	23	
	2	0		15	24	<0.001
		1		40	30	
	3	0			18	<0.001
		1			41	
DD	1	0	7	7	8	<0.001
		1	32	15	10	
	2	0		5	7	<0.001
		1		19	12	
	3	0			5	<0.001
		1			14	

We are also aware that while claw horn disease is relatively uncommon in heifers, DD infection may impact 20-30% of heifers after breeding age in many rearing facilities, likely as a result of the same poor leg hygiene risk factors that have exacerbated the problem in mature cows. Laven and Logue (2007) and Holzhauer *et al.* (2012) have demonstrated the importance of the pre-partum period in affecting DD occurrence during the following lactation, and Gomez *et al.* (2015) were able to demonstrate increased risk for DD in primiparous cows when they suffer one or more episodes of DD during the rearing period, compared to heifers that are unaffected during the rearing period.

DD affects younger cows, with incidence peaking typically in the 1st or 2nd parity, while SU and WLD incidence increases with age to around the 4th lactation (Oikonomou *et al.*, 2013).

These data therefore support an approach to lameness control that encompasses the life-cycle of the cow, starting during the heifer rearing period, with strategies that are lesion specific and age-specific, tailored to the type of lesions that are most prevalent on each farm. Understanding the motivation for farmers to implement change is critical for consultants (Leach *et al.*, 2010). However, it would seem likely that with the growth and expansion of welfare audits globally, they will have little choice but to comply. Ultimately, producers that have succeeded in their con-

trol of lameness will become the best salesmen of prevention programs to the others that lag behind, and these producers will increasingly need an effective roadmap to expedite change.

Herd Risk Factor Oriented Strategies

Herd level risk factors for lameness have been studied in multiple countries and in a variety of production systems in recent years. A number of consistent findings have emerged from these studies. Factors which appear to be associated with lower lameness risk include; less time standing on concrete (Bell *et al.*, 2009), deep bedded comfortable stalls (Chapinal *et al.*, 2013; Cook, 2003; Dippel *et al.*, 2009; Espejo *et al.*, 2006; Rouha-Mulleder, *et al.*, 2009; Solano *et al.*, 2015), access to pasture or an outside exercise lot (Chapinal *et al.*, 2013; Hernandez-Mendo *et al.*, 2007; Popescu *et al.*, 2013; Rouha-Mulleder, *et al.*, 2009), prompt recognition and treatment of lameness (Barker at al., 2010), higher body condition score (Dippel *et al.*, 2009; Espejo *et al.*, 2006 Randall *et al.*, 2015), use of manure removal systems other than automatic scrapers (Barker at al., 2010), use of non-slippery, non-traumatic flooring (Barker *et al.*, 2010; Sarjokari *et al.*, 2013; Solano *et al.*, 2015a), use of a divided feed barrier (rather than a post and rail system), with a wider feed alley (Sarjokari *et al.*, 2013; Westin *et al.*, 2016).

It should be expected that routine professional hoof-trimming, access to a trim-chute for treatment and use of an effective footbath program would deliver improvements in lameness (eg. Pérez-Cabal and Alenda. 2014), but these effects are often confounded in associative observational studies (eg. Amory *et al.*, 2006). It is also true that many poorly trained hoof-trimmers cause more harm than good, and many footbath routines are ineffective through poor design and management (Cook *et al.*, 2012; Solano *et al.*, 2015b). Similarly, several studies point to restrictive neck rail locations, high rear curb heights, and lunge obstructions as risk factors for lameness (eg. Chapinal *et al.*, 2013; Dippel *et al.*, 2009; Rouha-Mulleder, *et al.*, 2009; Westin *et al.*, 2016), however correct neck rail location and curb height is stall design specific and care should be taken in interpretation of these findings. Most recently, stall width has emerged as a significant factor impacting lameness (Westin *et al.*, 2016)

High Production and Low Levels of Lameness

While we know that Holstein cows are perhaps more susceptible to lameness (eg. Sarjokari *et al.*, 2013), and there appears to be a genetic component to the development of DD, SU and WLD, with a link to higher milk production (Oikonomou *et al.*, 2013), I do not believe failure is inevitable.

We had the opportunity to visit 66 high performance Wisconsin herds that have been implementing strategies to prevent lameness for over a decade (Cook *et al.*, 2016). These herds had a mean herd size of 851 cows, were confinement housed in freestalls and produced more than 40 kg energy corrected milk per cow per day on average. The prevalence of clinical lameness averaged 13.2% - which would rival the degree of lameness identified in grazing herds (e.g. 8.3% as reported by Fabian *et al.*, 2014), and mixed housing and grazing or organic management systems elsewhere (e.g. 16.5% in Amory *et al.*, 2006; 17.2% in Rutherford *et al.*, 2008). Interestingly, it is lower than the prevalence found in similar herds in the Midwest a decade or more ago (e.g. 22.5% in Cook, 2003; 24.6% in Espejo *et al.*, 2006), suggesting that the overall degree of lameness in the region may be improving. Severe lameness was also uncommon at a mean of 2.5%. This average is lower than that found in the majority of previous freestall surveys (e.g. 5.3% in Barker *et al.*, 2010; 16% in Dippel *et al.*, 2009; 4.8% in Husfeldt *et al.*, 2012). Thus it would appear that high performance can be compatible with acceptable lameness levels, if we manage cows correctly. Table 2 highlights some of the management characteristics of these herds pertaining to lameness management.

Table 2. Management characteristics of the high producing multiparous group cows in elite housed dairy herds in Wisconsin (from Cook *et al.*, 2016).

Management Characteristic	***% Herds or Mean***
% Sand bedded stalls (deep loose bedding including manure solids)	62 (70)
% 2-row stall layout pens (vs 3-row)	61
% Use of headlocks at the feedbunk	83
Milking Frequency (% 3 times a day)	67
% Use of rBST	67
% Solid floor (vs slatted)	100
% Rubber floors in freestall alleys	5
% Rubber floors in transfer lanes	15
% Rubber floors in holding areas	41
% Rubber floors in parlors	68
% Manual manure cleaning from the alleys	73
% Use of fans over the resting area	96
% Use of water soakers in the pens	79
% Allow access to the outside to roam	9
% Trimming at least once per lactation	88
% Trim cows at least twice per lactation	65
% Trim heifers before calving	49
Mean footbath frequency (milkings per week)	4.5
Mean cows per full time equivalent (FTE) worker	62

When examining the management strategies with high levels of adoption in Table 1, there are consistencies with the herd level risk factors documented previously. These herds use deep loose bedded stalls, have 2-row pen layouts with headlocks, have solid flooring with strategic use of rubber floors, especially around the milking center. Notably, these herds were not using rubber flooring in their pens to control lameness. They clean manure from the alleys when the cows are outside the pen, and have aggressive hoof care, heat abatement and footbath programs. Two thirds of herds use rBST and milk three times daily, and perhaps surprisingly, 9% let their high producing cows outside the barn strategically – not to graze, but to spend time away from concrete floors inside the barn. In a multivariate model, deep bedded stalls, pasture access and fewer cows per FTE worker significantly reduced the risk for lameness overall.

Lameness management will continue to be refined, but these herds prove that we know enough right now to implement positive change in the dairy industry and achieve acceptably low levels of lameness, even in cattle which may be inherently more susceptible.

A Structured Approach to Lameness Prevention

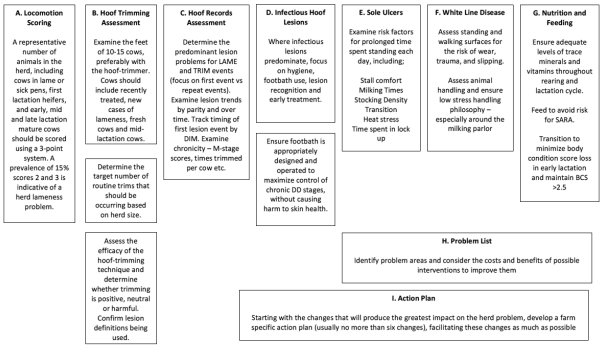
When troubleshooting lameness problems, I use a structured approach starting with locomotion scoring, lesion analysis and assessment of the routine hoof-trimming and lame cow surveillance program. It is essential that the hoof-trimming is a component of prevention rather than a risk factor in itself. I then examine the risk factors for each of the key hoof lesions and finish with a review of feeding practices. From this examination, we can create a herd specific action plan designed to maximize impact on the key hoof lesions on the farm.

For DD prevention, we focus on the early identification of acute lesions (before the cattle are lame) and prompt effective treatment, starting around breeding age in replacement heifer pens and continuing throughout the life of the animal, coupled with

an effective footbath program to control the chronic lesions and hold them in check. Trace mineral supplements have a significant role to play, particularly during the rearing period. For SU prevention we target risk factors that extend daily standing times – stall design and surface cushion, stocking density, milking times, heat abatement and lock up time for management tasks. We optimize the transition period to maximize rest and reduce BCS loss in early lactation. Finally, for WLD control, we examine areas of the farm where flooring puts the cow at risk of slipping, trauma and excessive hoof wear, and watch workers to ensure low stress handling – especially around the parlor operation.

The overall approach is summarized in Figure 2. Each assessment results in a problem list which can then be used to develop a targeted action plan for the herd.

Figure 2. Herd lameness troubleshooting plan



Conclusion

In this article, I have made the case, that while we still have knowledge gaps to fill in our understanding of lameness, the global crisis that we face with 1 in 4 cows walking with a painful limp can be solved by implementing our current knowledge targeted at the key hoof lesions; DD, WLD and SU. The challenge we face is one of creating a simple roadmap targeted at an individual producers most significant problems and motivating that producer to implement the changes necessary. Dairy producers that have already achieved success in lameness prevention will serve an important role motivating others to follow in their footsteps.

More information on Lameness Prevention is available at: https://thedairylandinitiative.vetmed.wisc.edu/es/pagina-de-inicio/lifestep-lameness-module/

QUE HAY DE NUEVO EN LA REDUCCIÓN DE LA PREVALENCIA DE LA COJERA: IDENTIFICAR Y COMPRENDER EL PROBLEMA

Helen R Whay

La cojera en el ganado lechero le cuesta a la industria láctea británica 127.822.885 libras esterlinas al año (Wilshire y Bell, 2009). La fertilidad reducida (Walker *et al.*, 2010), la reducción de la producción de leche (Amory *et al.*, 2008) y un mayor riesgo de sacrificio (Booth *et al.*, 2004) se han relacionado con la cojera y contribuyen a las pérdidas financieras asociadas a ella. Además, se ha descubierto que las vacas cojas tienen una mayor sensibilidad a estímulos mecánicos nocivos, lo que demuestra que la cojera provoca hiperalgesia (Whay *et al.*, 1997). Por lo tanto, la cojera representa un grave problema para la industria láctea, tanto en términos económicos como de bienestar.

La evidencia de la importancia de un tratamiento rápido y eficaz para reducir la cojera en las granjas va en aumento. Bell *et al.* (2009) descubrieron que la detección y el tratamiento inadecuados, incluido el tratamiento tardío, eran un factor de riesgo significativo para la cojera grave. Barker *et al.* (2010) descubrieron que la falta de tratamiento rápido, definida como que los granjeros no trataban a las vacas cojas dentro de las 48 horas desde su detección, estaba asociada con una mayor prevalencia de cojera. Más recientemente, Leach *et al.* (2012) realizó un estudio en granjas comerciales para investigar los efectos de un programa de tratamiento rápido sobre la cojera. Se inició un protocolo de "umbral temprano" en el que las vacas eran tratadas en 48 horas tras haber sido diagnosticadas como cojas durante la evaluación quincenal de movilidad. Esto se comparó con los enfoques propios de los ganaderos (grupo de control), en los que el tratamiento a menudo se retrasaba, a veces durante varias semanas. Las vacas que recibieron tratamiento dentro de las 48 horas posteriores a la detección de la cojera presentaron lesiones menos graves y también tuvieron menos probabilidades de requerir un nuevo tratamiento que las vacas del grupo de control. Por lo tanto, las investigaciones realizadas hasta la fecha sugieren que los granjeros no siempre tratan a las vacas cojas con prontitud, pero que cuando se les da un tratamiento rápido puede contribuir a reducir la prevalencia de cojera.

Un ensayo aleatorio y controlado de tratamiento de las lesiones tempranas del espolón en el ganado lechero (Thomas et al, 2015) encontró que una combinación de recorte, bloqueo y administración de AINE resultó en el mayor número de animales que volvieron a estar sanos después del tratamiento. Esto demuestra que los medicamentos AINE tienen un papel previamente subestimado en el tratamiento efectivo de la cojera y que los protocolos de tratamiento comúnmente usados en las granjas pueden no ser óptimos. Es importante tener en cuenta que cuando se realizó un estudio similar en vacas que habían estado cojeando por una duración moderadamente más larga (cojas durante más de dos semanas) ningún protocolo de tratamiento probado demostró ser excepcionalmente efectivo y las tasas de recuperación fueron notablemente más bajas que en el estudio de tratamiento temprano (Thomas *et al.* 2016).

A pesar de la creciente evidencia del valor del tratamiento precoz de la cojera, cuando Horseman et al (2013) llevaron a cabo una encuesta entre los ganaderos lecheros del Reino Unido para revisar sus prácticas en torno al tratamiento de la úlcera plantar y la enfermedad de la línea blanca, encontraron que la mayoría de los ganaderos entrevistados no distinguía entre la úlcera de planta y la enfermedad de la línea blanca al discutir los protocolos de tratamiento. A pesar de la comprensión de la comunidad veterinaria y de investigación de que la úlcera de planta y la enfermedad de la línea blanca difieren en su etiología e implican diferentes estructuras del pie (Lischer *et al.*, 2002). En un estudio adicional que exploró las perspectivas de los ganaderos sobre el tratamiento de la cojera a través del uso de entrevistas en profundidad, Horseman *et al.* (2014) descubrieron que las percepciones de los ganaderos sobre la cojera se veían afectadas por la velocidad del tratamiento, y que el tratamiento que las vacas que se percibe que tienen problemas de movilidad o con menos cojera a veces se retrasaba. Otras prioridades en la granja, la disponibilidad de mano de obra cualificada, la infraestructura de la granja y las respuestas emocionales de los ganaderos al tratamiento de la cojera influyeron en el hecho de si o cuando se trataba a una vaca coja. Además, Collier y Whay (2015) investigaron el uso de analgésicos en el tratamiento de la cojera del ganado lechero mediante la comparación de las actitudes de los ganaderos y sus veterinarios hacia el uso de analgésicos. Este estudio encontró que el uso de analgésicos en el tratamiento de la cojera era inconsistente tanto dentro de las granjas como entre ellas. Hubo pruebas de que, a pesar de las buenas relaciones entre los ganaderos y sus cirujanos veterinarios, la comunicación sobre el uso de analgésicos como parte del tratamiento de la cojera era generalmente deficiente.

Esta presentación se centrará en la prevención de la cojera a través del objetivo del creciente conjunto de pruebas que reconocen el valor del tratamiento precoz de la cojera en las vacas lecheras y explorará algunos de los factores que pueden estar limitando la implementación de protocolos de tratamiento precoz en las granjas.

Reconocimiento

Este breve documento pretende resumir el trabajo en la literatura en general, así como el trabajo al el que el autor ha estado más estrechamente vinculado. Consecuentemente, hay muchas personas a las que reconocer y estas incluyen (con la esperanza no dejar a nadie fuera) Susan Horseman, Emily Collier, Zoe, Barker, Katharine Leach, Nick Bell, David Main, Matthew Bell, Toby Knowles, Laura Green, John Webster, Claire Maggs, Anoushka Bell, John Huxley, Colin Mason, Emma Roe, Hetty Thomas, John Remnant, Simon Archer y Gulliana Miguel-Pacheco.

Bibliografía

En la version inglesa

ENGLISH VERSION

WHAT IS NEW IN LAMENESS PREVALENCE REDUCTION: IDENTIFYING AND UNDERSTANDING THE PROBLEM

Helen R Whay

Dairy cattle lameness costs the UK dairy industry £127,822,885 a year (Wilshire and Bell, 2009). Reduced fertility (Walker *et al.*, 2010), reduced milk yield (Amory *et al.*, 2008) and an increased risk of culling (Booth *et al.*, 2004) have all been linked to lameness and contribute to the financial losses associated with it. In addition, cows which are lame have been found to have increased sensitivity to mechanical noxious stimuli demonstrating that lameness results in hyperalgesia (Whay *et al.*, 1997). Lameness therefore represents a serious problem to the dairy industry both in terms of welfare and economics.

Evidence for the importance of prompt and effective treatment in reducing lameness on farms is growing. Bell *et al.* (2009) found that inadequate detection and treatment, including delayed treatment, was a significant risk factor for severe lameness. Barker *et al.* (2010) found that lack of prompt treatment, defined as farmers not treating lame cows within 48 hours of detection, was associated with increased lameness prevalence. More recently, Leach *et al.* (2012) conducted a study on commercial farms to investigate the effects of a prompt treatment program on lameness. An 'early threshold' protocol was instigated in which cows were treated within 48 hours of being identified as lame during fortnightly mobility scoring. This was compared with the farmers' own approaches (control group) where treatment was often delayed, sometimes for several weeks. The cows which received treatment within 48 hours of lameness detection had less severe lesions and were also less likely to require further re-treatment than cows in the control group. Thus, research to date suggests that farmers may not always treat lame cows promptly but where prompt treatment is given it can contribute to reducing lameness prevalence.

A randomised, controlled treatment trial of early claw horn lesions in dairy cattle (Thomas et al, 2015) found that a combination of trimming, blocking and giving NSAID resulted in the greatest number of animals returning to sound after treatment. Indicating that NSAID inflammatory drugs have a previously underappreciated role to play in effective lameness treatment and that the treatment protocols commonly used on farms may not be optimal. It is important to note that when a similar study was conducted on cows that had been lame for a modestly longer duration (lame for longer than two weeks) no treatment protocol tested proved outstandingly effective and recovery rates were notably poorer that in the early treatment study (Thomas *et al.* 2016).

Despite the growing evidence for the value of early treatment of lameness, when Horseman et al (2013) conducted a survey of UK dairy farmers to review their practices around the treatment of sole ulcer and white line disease they found that the majority of farmers interviewed did not distinguish between sole ulcer and white line disease when discussing treatment protocols. Despite the understanding of the veterinary and research community that sole ulcer and white line disease differ in their aetiology and involve different structures of the foot (Lischer *et al.*, 2002). In a further study which explored farmers' perspectives of lameness treatment through the use of in-depth interviews, Horseman *et al.* (2014) found that farmers' perceptions of lameness were affected the speed of treatment, with treatment of cows perceived to have impaired mobility or to be less severely lame sometimes delayed. Other priorities on the farm, skilled labour availability, farm infrastructure and farmers' emotional responses to lameness treatment were all found to impact on whether or when a lame cow was treated. Added to this Collier and Whay (2015) investigated the use of analgesia in the treatment of dairy cattle lameness through comparing the attitudes of farmers and their veterinary surgeons towards analgesic use. This study found that the use of analgesia in the treatment of lameness was inconsistent both within and between farms. There was evidence that, despite reportedly good relations between farmers and their veterinary surgeons, communication about the use of analgesics as part of lameness treatment was generally poor.

This presentation will look at prevention of lameness through the lense of the growing body of evidence recognising the value of early treatment of lameness in dairy cows and explore some of the factors that may be limiting the implementation of early treatment protocols on farm.

Acknowledgements

This short paper aims to summarise work in the wider literature as well as work the author has been more closely linked with. Consequently, there are lots of individuals to acknowledge and these include (hoping not to leave anyone out) Susan Horseman, Emily Collier, Zoe, Barker, Katharine Leach, Nick Bell, David Main, Matthew Bell, Toby Knowles, Laura Green, John Webster, Claire Maggs, Anoushka Bell, John Huxley, Colin Mason, Emma Roe, Hetty Thomas, John Remnant, Simon Archer and Gulliana Miguel-Pacheco.

References

- Amory, J. R., Barker, Z. E., Wright, J. L., Mason, S. A., Blowey, R. W. and Green, L. E. 2008. Associations between sole ulcer, white line disease and digital dermatitis and the milk yield of 1824 dairy cows on 30 dairy cow farms in England and Wales from February 2003-November 2004. Preventive Veterinary Medicine 83, 381-391.
- Barker, Z. E., Leach, K. A., Whay, H. R., Bell, N. J. and Main, D. C. J. 2010. Assessment of lameness prevalence and associated risk factors in dairy herds in England and Wales. Journal of Dairy Science 93, 932-941.
- Bell, N. J., Bell, M. J., Knowles, T. G., Whay, H. R., Main, D. J. and Webster, A. J. F. 2009. The development, implementation and testing of a lameness control programme based on HACCP principles and designed for heifers on dairy farms. Veterinary Journal 180, 178-188.
- Booth, C. J., Warnick, L. D., Grohn, Y. T., Maizon, D. O., Guard, C. L. and Janssen, D. 2004. Effect of lameness on culling in dairy cows. Journal of Dairy Science 87, 4115-4122.
- Collier, E. & Whay, H.R. (2015) Lameness in dairy cattle: Farmers' and veterinary surgeons'' attitudes towards the use of analgesia. 18th International Symposium and 10th International Conference on Lameness in Ruminants, Valdivia, Chile, 22nd to 25th November 2015
- Horseman, S.V., Whay, H.R., Huxley, J.N., Bell, N.J. & Mason, C.S (2013) Current on-farm practice in the treatment of sole ulcer and white line disease associated with lameness in dairy cattle. The Veterinary Journal 197, 461-467
- Horseman, S.V., Roe, E.J., Huxley, J.N., Bell. N.J., Mason, C.S. & Whay, H.R. (2014) The use of in-depth interviews to understand the process of treating lame dairy cows from the farmers' perspective. Animal Welfare 23, 157-165

- Leach, K.A., Tisdall, D.A., Bell, N.J., Main, D.C.J. & Green, L.E. 2012. The effects of early treatment for hindlimb lameness in dairy cows on four commercial UK farms. The Veterinary Journal 193, 626-632
- Lischer, C. J., Ossent, P., Raber, M. & Geyer, H. 2002. Suspensory structures and supporting tissues of the third phalanx of cows and their relevance to the development of typical sole ulcers (Rusterholz ulcers). Veterinary Record, 151, 694-698.
- Thomas, H.J., Miguel-Pacheco , G.G, Bollard, N.J., Archer, S.C., Bell, N.J., Mason, C., Maxwell, O.J.R., Remnant, J.G. Sleeman, P., Whay, H.R. & Huxley, J.N. (2015) Evaluation of four treatments for claw horn lesions in dairy cows. Journal of Dairy Science 98: 4477-4486
- Thomas, H.J., Remnant, J.G., Bollard, N.J., Burrows, A., Whay, H.R., Bell, N.J., Mason, C. & Huxley J.N. (2016) Recovery of chronically lame dairy cows following treatment for claw horn lesions: A randomised controlled trial. Veterinary Record 178, 116-U54
- Walker, S. L., Smith, R. F., Jones, D. N., Routly, J. E., Morris, M. J. and Dobson, H. 2010. The Effect of a Chronic Stressor, Lameness, on Detailed Sexual Behaviour and Hormonal Profiles in Milk and Plasma of Dairy Cattle. Reproduction in Domestic Animals 45, 109-117.
- Whay, H. R., Waterman, A. E. and Webster, A. J. F. 1997. Associations between locomotion, claw lesions and nociceptive threshold in dairy heifers during the peri-partum period. Veterinary Journal 154, 155-161.
- Wilshire, J. A. and Bell, N. J. 2009. An Economic Review of Cattle Lameness. Cattle Practice 17, 136-141.

OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DEL FREESTALL (CUBÍCULO) PARA MAXIMIZAR LA COMODIDAD

Nigel B. Cook MRCVS

Los cubículos deben tener el tamaño apropiado para adaptar la huella de reposo de las vacas que los usan, y permitir suficiente espacio para que la vaca embista hacia adelante al levantarse y acostarse, sin obstrucciones de movimiento.

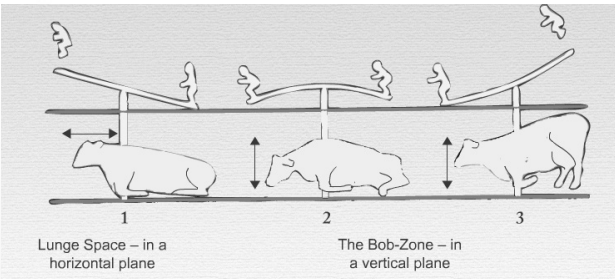
Las dimensiones críticas para el diseño del cubículo incluyen el ancho (medido en el centro entre los lazos del divisor), la longitud (desde el punto trasero del borde del bordillo hasta el punto más adelantado al que la vaca puede impulsarse) y la distancia desde el bordillo trasero hasta la tabla de pecho.

Las vacas pasan más tiempo acostadas y menos tiempo de pie en establos más grandes - como consecuencia de una existencia de menos disturbios entre ellas.

En general, se recomienda que los cubículos tengan el tamaño adecuado del 25% de las vacas más grandes del grupo. Sin embargo, las recomendaciones sobre el ancho de los cubículos son más desafiantes en corrales de preferencia que albergan vacas maduras grandes y muy preñadas y novillas nulíparas jóvenes que se acercan a su primer parto - tal vez se requieran dimensiones de cubículo entre los requisitos de estos dos grupos dispares.

Las preocupaciones de los productores relacionadas con la higiene del establo cuando se sugieren dimensiones mayores no se han tenido en cuenta cuando el cubículo ha sido correctamente diseñado y le elección de la dimensión correcta se basa en las directrices anteriores. Estas recomendaciones permiten que la vaca se levante y se acueste de la manera más natural posible, sin obstruir el movimiento de la cabeza o el paso hacia adelante de la extremidad anterior.

Observe el espacio de embestida y balanceo requerido por la vaca a medida que se levanta. Esto permite que la vaca transfiera el peso de sus extremidades traseras, lo que facilita la elevación



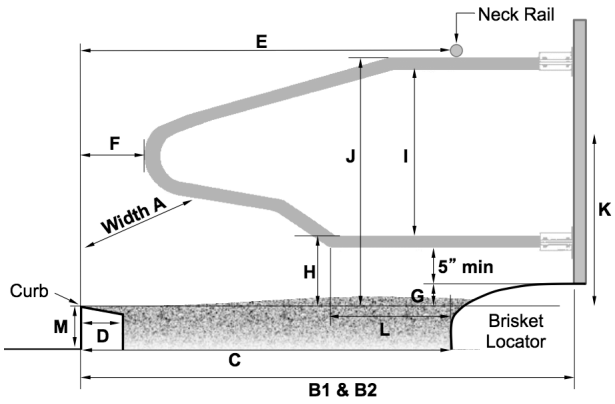
La posición diagonal es un problema importante asociado con un diseño deficiente del cubículo, no con el tamaño del cubículo en sí. Este comportamiento crea contaminación de estiércol en la esquina de cada cubículo. Hay una serie de factores de riesgo que promueven la posición diagonal, entre los que se incluyen:

- Cubículos demasiado cortos, ya sea contra una pared lateral sólida o frente a otro cubículo ocupado, lo que inhibe la embestida frontal
- cubículos con obstrucciones en el espacio de embestida, tales como barras de montaje de divisores transversales y barras de disuasión que se encuentran entre la superficie del cubículo y 38 pulgadas (97 cm) por encima de la superficie
- Cubículos con un diseño de lazo que promueven la embestida lateral
- cubículos con tabla de pecho a más de 4 pulgadas (10 cm) sobre la superficie del cubículo, que evitan el empuje hacia adelante de la extremidad anterior durante el movimiento ascendente
- Cubículos con tablas de pecho colocadas demasiado cerca del bordillo trasero que restringen el espacio para tumbarse
- Cubículos con barra de cuello demasiado cerca del bordillo trasero
- Cubículos cabeza con cabeza con obstáculos en la parte delantera

En los nuevos diseños de cubículos, las dimensiones deben ser tales que reduzcan el riesgo de tumbarse en diagonal, y es vital que las tablas de pecho, el tipo de bucle divisor y los montajes de los divisores estén colocados y ajustados correctamente.

Las dimensiones del cubículo objetivo para vacas de diferentes tamaños se indican en la tabla para estabulación ideal en corrales sin grupos de edad mixtos. El diagrama identifica la ubicación de las medidas y los anchos de cubículo se miden en el centro.

Diagrama de cubículo para identificar las dimensiones críticas a las que se hace referencia en la Tabla 1.



El espacio de embestida típico para una vaca Holstein madura sería de 3 a 4 pies (91 a 122 cm) más allá de la longitud de reposo, haciendo que la longitud total requerida del establo contra una pared lateral sea de alrededor de 10 pies (3 m) para una vaca Holstein madura. En los cubículos cabeza con cabeza, se recomienda una plataforma de 16 a 18 pies (4,9 a 5,5 m) para permitir que la vaca embista hacia adelante, evitando al mismo tiempo a la vaca que está en el cubículo opuesto. Para las vacas Holstein maduras se recomiendan las longitudes de estabulación de 10' y 17' como estándar.

En diseños de establos de cabeza a cola o en establos a lo largo de los pasillos, el muro de contención frontal no debe estar a más de 18 a 20 pulgadas (46 a 51 cm) por encima del suelo del callejón.

El bordillo trasero debe ser lo suficientemente alto para limitar

Tabla 1. Las dimensiones de cubículo se basan en una estimación del peso corporal de la vaca.

Dimensión del cubículo (pulgadas y cm)	**Estimación del peso corporal (lbs & kg)**							
	600 (270)	**800 (360)**	**1000 (450)**	**1200 (550)**	**1400 (640)**	**1600 (730)**	**1800 (820)**	**2000 (910)**
Colocación de la divisoria de centro a centro del cubículo (ancho del cubículo) **(A)**	34 (86)	38 (96)	42 (107)	45 (114)	48 (122)	50 (127)	54 (137)	57 (145)
Longitud total del cubículo frente a una pared **(B1)**	80 (203)	88 (224)	96 (244)	108 (274)	108 (274)	120 (305)	120 (305)	126 (320)
Distancia del bordillo exterior al bordillo exterior para la plataforma cabeza-cabeza(B2)	156 (396)	168 (427)	180 (457)	192 (488)	192 (488)	204 (518)	204 (518)	216 (549)
Distancia desde el bordillo trasero hasta la parte trasera de la tabla de pecho **(C)**			64 (163)	66 (168)	68 (173)	70 (178)	72 (183)	75 (191)
Ancho del bordillo trasero **(D)**	6-8 (15-20)	6-8 (15-20)	6-8 (15-20)	6-8 (15-20)	6-8 (15-20)	6-8 (15-20)	6-8 (15-20)	6-8 (15-20)
Distancia horizontal entre el borde trasero de la barandilla del cuello y el borde trasero del bordillo para *cubículos de colchón* **(E)**	46 (117)	55 (140)	64 (163)	66 (168)	68 (173)	70 (178)	72 (183)	75 (191)
Distancia horizontal entre el borde trasero de la barandilla del cuello y el borde trasero del bordillo para *cubículos de lecho profundo* **(E)***	40 (102)	49 (125)	58 (147)	60 (152)	62 (157)	64 (163)	66 (168)	69 (175)
Distancia desde el borde posterior del lazo divisor hasta el punto del bordillo **(F)**	9 (23)	9 (23)	9 (23)	9 (23)	9 (23)	9 (23)	9 (23)	9 (23)
Altura de la tabla de pecho por encima de la parte superior del bordillo (puesto de cama suelta o superficie de la colchoneta/colchón) **(G)**			3 (8)	3 (8)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)
Altura del borde superior de la barra divisoria inferior por encima de la parte superior del bordillo (cubículo de cama suelta o superficie de colchoneta/colchón) **(H)**	8 (20)	8 (20)	10 (25)	10 (25)	12 (31)	12 (31)	13 (33)	14 (36)
Diámetro interior del bucle divisor del cubículo **(I)**	24 (61)	28 (71)	30 (76)	33 (84)	33 (84)	36 (91)	36 (91)	36 (91)
Altura de la barandilla del cuello por encima de la parte superior del bordillo (puesto de cama suelta o superficie de la colchoneta/colchón) **(J)**	34 (86)	38 (97)	42 (107)	45 (114)	48 (122)	50 (127)	52 (132)	54 (137)
Altura de la obstrucción **(K)**	5-35 (13-89)	5-35 (13-89)	5-35 (13-89)	5-35 (13-89)	5-35 (13-89)	5-35 (13-89)	5-35 (13-89)	5-35 (13-89)
Distancia horizontal desde la tabla de pecho hasta el ángulo del lazo **(L)**			20-22 (51-56)	20-22 (51-56)	20-22 (51-56)	20-22 (51-56)	20-22 (51-56)	20-22 (51-56)
Altura del bordillo trasero **(M)**	6 (15)	8 (20)	8 (20)	8 (20)	8 (20)	8 (20)	8 (20)	8 (20)

la contaminación por estiércol del establo durante la limpieza o lavado, pero lo suficientemente bajo para facilitar su salida del establo. Este es un desafío particular para las vacas cojas y las novillas de primera lactancia. Un compromiso razonable para las vacas maduras es tener el bordillo a una altura de 20 cm (8 pulgadas) por encima del callejón en un establo de arena y ahora más ancho de 20 cm (6-8 pulgadas). El bordillo puede ser plano o tener una pendiente de 2 pulgadas desde el exterior hacia el interior.

En un puesto de colchones, la plataforma de hormigón debe tener una altura de 7 pulgadas (18 cm) por encima del pasillo, con una elevación de 2 pulgadas (5 cm) hasta la posición del localizador de pecho para permitir la adición del colchón.

Más información sobre el diseño freestall en: https://thedairylandinitiative.vetmed.wisc.edu/es/pagina-de-inicio/5592-2/vivienda-de-vacas-adultes/

ENGLISH VERSION ▾

OPTIMIZING FREESTALL (CUBICLE) DESIGN TO MAXIMIZE COMFORT

Nigel B. Cook MRCVS

Freestalls should be appropriately sized to accommodate the resting imprint of the cows using them, and permit sufficient space for the cow to lunge forward when rising and lying down, without movement obstruction.

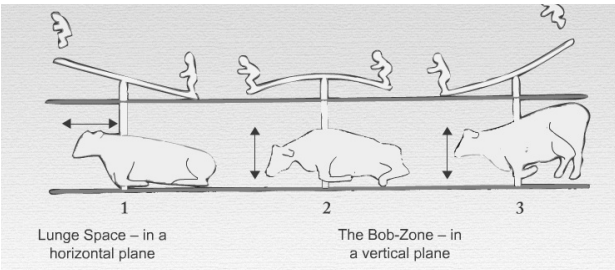
Critical dimensions for freestall design include width (measured on center between divider loops), length (from the rear point of the curb to the furthest forward point the cow can lunge to) and the distance from the rear curb to the brisket locator.

Cows spend longer lying and less time standing in larger stalls – as a consequence of fewer disturbances between neighbors.

In general, it is recommended that stalls are sized to provide for the largest 25% of cows in the group. However, stall width recommendations are most challenging in prefresh pens housing large, heavily pregnant mature cows and young nulliparous heifers approaching their first calving – stall dimensions between the requirements of these two disparate groups maybe required.

Producer concerns related to stall hygiene when larger dimensions are suggested have not been realized when the stall is correctly designed and the correct dimension choice made based on the guidelines above. These recommedations allow the cow to rise and lie down as naturally as possible, without obstruction to the lunge or bob of the head, or the forward stride of the forelimb.

Note the lunge and bob space required by the cow as she rises. This allows the cow to transfer weight from her rear limbs, facilitating rising



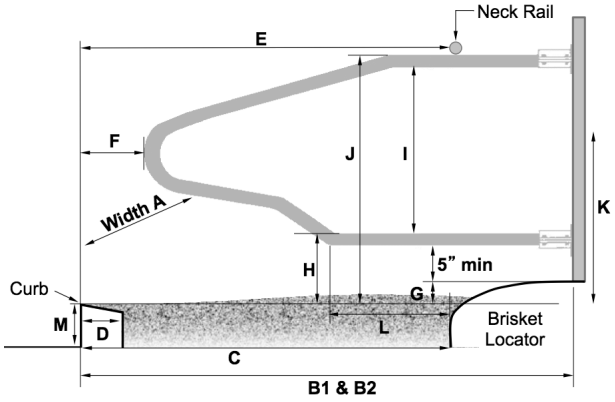
Diagonal lying is a major problem associated with poor stall design, not stall size per se. This behavior creates manure contamination in the corner of each stall. There are a number of risk factors which promote diagonal lying, which include:

- Stalls that are too short - either against a solid side wall, or opposite another occupied stall, which inhibits front lunge
- Stalls with lunge space obstructions, such as transverse stall divider mounting bars and deterrent bars which are between the stall surface and 38 inches (97 cm) above the surface
- Stalls with a loop design that promotes side lunge
- Stalls with brisket locators higher than 4 inches (10 cm) above the stall surface, which prevent the forward thrust of the forelimb during the rising movement
- Stalls with brisket locators placed too near the rear curb restricting lying space
- Stalls with neck rails too close to the rear curb
- Head to head stalls with social obstructions in front

In new stall designs, dimensions must be such that they reduce the risk of diagonal lying, and it is vital that brisket locators, divider loop type and divider mountings are correctly positioned and fitted.

Target stall dimensions for cows of a range of sizes are given in the table for ideal stalls in pens without mixed age groups. The diagram identifies the location of the measurements and stall widths are measured on center.

Stall diagram to identify critical dimensions referred to in Table 1.



Typical lunge space for a mature Holstein cow would be an additional 3 to 4 feet (91 to 122 cm) beyond the resting length, making the total required stall length against a side wall around 10 feet (3 m) for a mature Holstein cow. In head-to-head stalls, a platform of 16 to 18 feet (4.9 to 5.5 m) is recommended to allow lunging to the front, while avoiding the cow in the opposing stall. For mature Holstein cows we recommend stall lengths of 10' and 17' as a standard.

In head-to-tail barn layouts or in stalls along drover's alleys, the front retaining wall should be no higher than 18 to 20 inches (46 to 51 cm) above the alley floor.

The rear curb should be high enough to limit manure contamination of the stall during manure scraping or flushing, but low enough to facilitate exit from the stall. This is a particular challenge for lame cows and first lactation heifers. A reasonable compromise for mature cows is to have the curb 8 inches (20 cm) high above the alley in a sand stall and now wider than 6-8 inches (20 cm). The curb may be flat or slope 2 inches from the outside to the inside curb.

In a mattress stall the concrete platform should be 7 inches (18 cm) high above the alley, with a 2 inch (5 cm) rise to the brisket locator position to allow for the addition of the mattress.

More information on freestall design is available at: https://thedairylandinitiative.vetmed.wisc.edu/es/pagina-de-inicio/5592-2/vivienda-de-vacas-adultes/

Table 1. Target freestall dimensions based upon an estimate of a cow's body weight.

Stall Dimension (inches & cm)	**Body Weight Estimate (lbs & kg)**							
	600 (270)	**800 (360)**	**1000 (450)**	**1200 (550)**	**1400 (640)**	**1600 (730)**	**1800 (820)**	**2000 (910)**
Center-to-center stall divider placement (stall width) **(A)**	34 (86)	38 (96)	42 (107)	45 (114)	48 (122)	50 (127)	54 (137)	57 (145)
Total stall length facing a wall **(B1)**	80 (203)	88 (224)	96 (244)	108 (274)	108 (274)	120 (305)	120 (305)	126 (320)
Outside curb to outside curb distance for head-to-head platform **(B2)**	156 (396)	168 (427)	180 (457)	192 (488)	192 (488)	204 (518)	204 (518)	216 (549)
Distance from rear curb to rear of brisket locator **(C)**			64 (163)	66 (168)	68 (173)	70 (178)	72 (183)	75 (191)
Width of rear curb **(D)**	6-8 (15-20)	6-8 (15-20)	6-8 (15-20)	6-8 (15-20)	6-8 (15-20)	6-8 (15-20)	6-8 (15-20)	6-8 (15-20)
Horizontal distance between rear edge of neck rail and rear edge of curb for *mattress stalls* **(E)**	46 (117(	55 (140)	64 (163)	66 (168)	68 (173)	70 (178)	72 (183)	75 (191)
Horizontal distance between rear edge of neck rail and rear edge of curb for *deep bedded stalls* **(E)***	40 (102)	49 (125)	58 (147)	60 (152)	62 (157)	64 (163)	66 (168)	69 (175)
Distance from rear edge of divider loop to point of curb **(F)**	9 (23)	9 (23)	9 (23)	9 (23)	9 (23)	9 (23)	9 (23)	9 (23)
Height of brisket locator above top of curb (loose bedded stall or mat/mattress surface) **(G)**			3 (8)	3 (8)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)
Height of upper edge of bottom stall divider rail above top of curb (loose bedded stall or mat/mattress surface) **(H)**	8 (20)	8 (20)	10 (25)	10 (25)	12 (31)	12 (31)	13 (33)	14 (36)
Interior diameter of the stall divider loop **(I)**	24 (61)	28 (71)	30 (76)	33 (84)	33 (84)	36 (91)	36 (91)	36 (91)
Height of neck rail above top of curb (loose bedded stall or mat/mattress surface) **(J)**	34 (86)	38 (97)	42 (107)	45 (114)	48 (122)	50 (127)	52 (132)	54 (137)
Obstruction height **(K)**	5-35 (13-89)	5-35 (13-89)	5-35 (13-89)	5-35 (13-89)	5-35 (13-89)	5-35 (13-89)	5-35 (13-89)	5-35 (13-89)
Horizontal distance from brisket locator to loop angle **(L)**			20-22 (51-56)	20-22 (51-56)	20-22 (51-56)	20-22 (51-56)	20-22 (51-56)	20-22 (51-56)
Rear curb height **(M)**	6 (15)	8 (20)	8 (20)	8 (20)	8 (20)	8 (20)	8 (20)	8 (20)

CAMA COMPOST – CAMA FRIA: EXPERIENCIA EN EXPLOTACIONES DE VACUNO DE LECHE

Emili Calvet Capdevila

Octavi Fargas Busquets

El objetivo en las explotaciones de vacuno de leche es producir leche con la máxima eficiencia. Para ello, es básico conseguir la máxima producción y con una óptima salud de los animales.

El alojamiento de los animales en las explotaciones de vacuno lechero siempre ha sido un punto en continuo proceso de mejora. Es uno de los puntos críticos en la producción de leche de calidad más importantes y que más influencia tiene en todo el rendimiento lechero. Los animales antiguamente estaban alojados en estabulaciones de plaza fija, después se alojaron en zonas abiertas con cama continua, posteriormente fueron los alojamientos en cubículos en muy diferentes formas y tipos de cama que aún siguen utilizándose de forma generalizada, pero desde hace ya unos 10-15 años que apareció otra alternativa, el formato de la cama compost.

La cama compost nos ha aportado grandes beneficios en la producción de leche tanto en las vacas de producción cómo en las vacas en el periodo seco. A pesar de tener algún inconveniente se está implantando el sistema de forma general en las explotaciones de vacuno de leche.

Dedicaremos especial énfasis a la sanidad de la ubre. El tipo y número de bacterias en el material de cama de las vacas esta relacionado con el total de bacterias sobre la superficie de la piel de los pezones y sobre el porcentaje de mamitis clínicas en las vacas de leche (Hogan *et al.*, 1989; Zdanowicz *et al.* ,2004). Las vacas están tumbadas en la cama durante 12 a 14 horas al día y los pezones están en contacto directo con el material de cama. Una importante fuente de patógenos de mamitis en las vacas en explotaciones intensivas es el material usado para la cama de las vacas tanto en cubículos como en cama continua (Hogan 2010). Por tanto, reduciendo el numero de bacterias en la cama de los animales reduciremos el numero de mamitis de origen ambiental.

Mostraré datos de explotaciones con cama compost en todos los animales de la granja. Con la finalidad de poder comparar cada uno con su propia experiencia. Y mostrar que este tipo de alojamiento es valido cómo cualquier otro para producir leche, de calidad y mejorar el bienestar animal.

1- **Descripción del tipo "Cama Compost-Cama Fría"**. La cama compost se fundamenta en la descomposición de la materia orgánica procedente de los residuos de los animales estabulados y qué junto con el material de cama añadido periódicamente, formarán el substrato para la actuación aeróbica de los microorganismos existentes en la misma. Este proceso de degradación se controla por la aireación mecánica que se realiza de forma periódica y constante sobre la zona de cama de los animales. Este proceso no sigue el patrón tradicional de compostaje, al no adquirir una temperatura de 65ºC para la pasterización de las bacterias. Por tanto, lo consideramos un proceso de semi compost o bien denominado "Cama Fría", que se caracteriza por tener una temperatura alrededor de la temperatura ambiente o inferior a lo largo de todo el año. La práctica común de manejo de la cama fría en todas las explotaciones es la aireación diaria de la zona de reposo de los animales con herramientas mecánicas normalmente bien sea un rotavator, un cultivador o similar.

El compostaje de la materia orgánica de la cama de las vacas depende de una gran variedad de factores. Que también influyen en el semi compost de la cama fría. Los más importantes a tener en cuenta y a destacar son:

La **humedad de la cama**: tanto el exceso de agua cómo la falta, ralentizan el proceso de degradación bacteriana. El nivel optimo está entre el 45 y 55% de humedad.

La **temperatura de la cama**: es el factor determinante del proceso de compostaje de la materia orgánica. La temperatura es la que juega un papel clave en la esterilización del material. Alrededor de los 65ºC se considera que el compostaje ha eliminado la carga bacteriana. Valor que no se consigue con la cama fría, puntualmente en algunas semanas al año.

El **tipo de material de cama añadido**. El mejor compost se realiza con serrín o virutas de madera seca. Ello no significa que no se pueda utilizar paja o bien otros materiales.

Tamaño de la partícula. Cuanto más triturado es el material, tenemos la partícula más fina y así facilitamos el contacto con el oxígeno del aire. Pero a su vez facilitamos que el material de cama se pegue en la piel del pezón, contaminando la superficie y complicando su limpieza.

Frecuencia del aireado. La aireación se suele realizar de forma diaria, mínimo una vez. Utilizando un rotavator o bien un cultivador (sólo si se usa serrín). El objetivo es remover la parte superficial (unos 25-35 cm de profundidad) de la cama para permitir entrar el oxigeno necesario para la fermentación aeróbica de los microorganismos. Y a la vez disminuir la humedad del material de cam7a.

2- **Valoraciones de la calidad de la cama fría a nivel de campo**. A nivel de campo necesitamos unos parámetros de control de lo que está pasando en la cama de nuestros animales. De fácil medición e interpretación. La finalidad es poder prevenir posibles problemas o patologías relacionadas con una mala calidad del estado de la cama de las vacas. En resumen, los parámetros que tenemos en cuenta son:

a. **Temperatura** de la cama cómo máximo ligeramente superior a la temperatura ambiente. En épocas que se facilita el compostaje, dependiendo de la temperatura y humedad ambiental, puede oscilar entre los 45 y 65ºC. Suele ser sólo algunas semanas al año. La medición la realizamos a unos 20 cm de profundidad con el termómetro digital. Este parámetro no sigue el compostaje tradicional.

b. **Humedad** debe estar entre el 50 y el 60% para un eficiente compost (Gray *et al.*, 1971; Suler and Finstein, 1977; NRAES, 1992). Según Callejo Ramos 2018, entre un 45 y el 55%. Pero a nivel práctico en el campo según mis valoraciones dependemos enormemente de la temperatura y humedad del ambiente, aunque estemos aireando la cama todos los días e incluso más de una vez. Por tanto, podemos considerar la realización de una valoración subjetiva con la mano para tener una aproximación de la situación

en cada explotación y que seguramente es distinto en cada lote o grupo de producción influenciado también por la orientación de la nave (exposición solar y ventilación) y por la densidad de animales. Si tomamos una pequeña cantidad de cama compost con la mano y la apretamos fuerte debe apelmazar ligeramente y al soltar debe volver a la esponjosidad inicial sólo el 50% de la muestra. El resto debe quedar apelmazado. Este parámetro sigue el compostaje tradicional.

c. La **consistencia de la cama** debe ser estable para andar. El tractor o máquina que realiza la aireación de la cama de forma diaria no puede dejar una huella profunda, no puede hundirse. Si se hunde, hay exceso de humedad en la cama, debemos de eliminar toda la cama y empezar de nuevo, ya que sólo añadiendo material de cama nuevo no conseguiremos el secado suficiente para conseguir el objetivo establecido. Tampoco puede haber zonas muy húmedas y zonas muy secas. Las zonas muy húmedas se deben eliminar y restablecer con el resto de material ya existente en la cama.

d. La **distribución de los animales** cuando están tumbados debe ser homogénea. También relacionado con otros factores a tener en cuenta, cómo el control de las moscas, la orientación de las naves y la densidad de los animales.

e. Las **vacas deben estar limpias y secas**. Objetivo común a todo tipo de cama. Este objetivo es mucho más fácil utilizando serrín cómo material de cama que utilizando paja. Con paja la finura de la limpieza de los animales es más complicado. Punto importante a tener en cuenta cómo objetivo.

f. **Densidad de animales**. El numero de animales por metro cuadrado de cama influye enormemente en el mantenimiento y en los resultados de la cama fría. La densidad mínima tendría que ser un metro cuadrado por cada 1.000 litros de leche producida por vaca y año. Es el punto más crítico de la cama fría.

g. **Análisis microbiológico del material de cama**. En un estudio publicado por el J. Dairy Sci. por Black *et al.* sobre muestras tomadas de 42 explotaciones nos describe los diferentes tipos de bacterias existentes en la cama compost con las muestras tomadas en diferentes puntos a unos 10,2 cm de profundidad. Los contajes de bacterias fueron 6.3 ± 0.6, 6.0 ± 0.6, 7.2 ± 0.7, 7.9 ± 0.5 y 7.6 ± 0.5 $\log_{10}$ ufc/g de materia seca para coliformes, *Escherichia coli*, estreptococos, estafilococo y *Bacillus spp*, respectivamente. El contaje de coliformes no está influido ni por la temperatura de la cama, ni por la humedad de la misma, ni por la relación C:N ni por el espacio disponible por vaca. *Escherichia coli* llegó a un máximo de concentración cuando la relación C:N fue entre 30:1 y 35:1. El contaje de estafilococos se incrementa con la temperatura ambiente. El contaje de estreptococos disminuye con el incremento de espacio por vaca y con el aumento de la temperatura de la cama. Pero incrementa el contaje con el aumento de la temperatura ambiente y la humedad ambiental. El contaje de estreptococos es máximo con una relación C:N de 16:1 a 18:1. El contaje de Bacillus spp. fue reduciendo con el aumento de la humedad, la relación C:N y la temperatura ambiente.

En los muestreos que realizamos de forma rutinaria en las diferentes explotaciones, hay grandes variaciones en los conteos de gérmenes de la cama. Diferencias entre los diferentes lotes de producción, entre explotaciones y entre los diferentes días de muestreos. La única conclusión que nosotros hemos podido obtener es que dependemos enormemente del mantenimiento de la cama y de la temperatura y humedad ambiental. En todos los muestreos hay un dominio de los estreptococos (no agalactiae ni dysgalactiae) y de gérmenes Gram negativos Lactosa negativos.

El movimiento y aireación de la cama disminuye de forma importante el recuento de gérmenes Gram negativos. Pero el recuento de estreptococos está muy poco influenciado.

En el material de cama antes de usar analizamos *Escherichia coli* cómo germen de referencia. El objetivo es menos de 10 ufc/g de material de cama.

En el material de cama fría, también analizamos preferentemente el recuento de *Escherichia coli*, ya que lo utilizamos también cómo germen de referencia. Nos planteamos cómo objetivo menos de 10^6 u.f.c./g de material de cama. Pero no está claro por todos los autores este nivel prefijado, y a nivel práctico hay grandes oscilaciones que en muchas ocasiones invitan a no muestrear.

h. También se puede utilizar el pH, pero no he encontrado correlaciones claras a nivel de campo y que nos aporte información adicional. Posiblemente correlacionado con el sistema de medición y muestreo.

DATOS DE LAS EXPLOTACIONES CON CAMA COMPOST - CAMA FRÍA

La evolución de la cama compost-cama fría a lo largo de los años ha ido cambiando en nuestras explotaciones. Desde la primera vez en que la empezamos a utilizar con la experiencia de las explotaciones en Israel y más tarde en Estados Unidos de América hasta hoy, hemos mejorado en experiencia y podemos mostrar unos resultados.

En este escrito hemos seleccionado todas las explotaciones que tienen todos los animales de la explotación, lactación, secas y novillas en cama compost-cama fría. Y además tenemos información de la granja a lo largo de los años, recogida mes a mes en cada una de ellas. Todos los datos mostrados corresponden al año 2018. Podemos afirmar que la evolución en estas explotaciones en los últimos años ha sido el incremento de la producción y del tamaño de la explotación. Fundamentado básicamente en el bienestar animal asociado a una mejora en la salud de los animales.

Estas diez explotaciones tienen una media de 475 vacas presentes. Ubicadas en la zona mediterránea.

1. **Datos técnicos de las explotaciones**.

a. Producción de leche por vaca presente y año. La cama compost-cama fría no es un limitante para poder tener una buena producción de leche en las explotaciones. Según un estudio de la Universidad de Wageningen (2015) las granjas con cama compost respecto a las granjas con cubículos producen 300 Kg más de leche por vaca y año. La producción media en las explotaciones mostradas durante el año 2018 ha sido de 11.208 litros de leche vendidos por vaca presente.

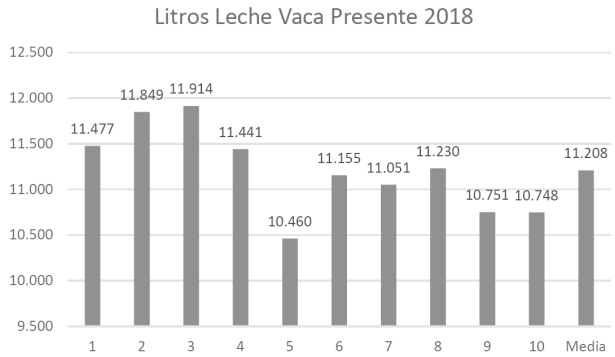


Gráfico 1. Producción de leche por vaca presente durante el año 2018 en cada una de las explotaciones con 100% de los animales en producción en cama compost.

b. Reposición. Consideramos reposición el número de animales que han entrado en producción de media durante el año 2018. Todas las explotaciones excepto una, tienen la recría propia.

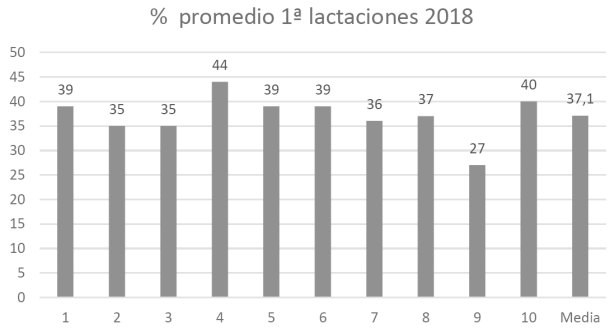


Gráfico 2. Porcentaje de animales de primera lactación durante el año 2018.

c. Lactaciones medias de las vacas adultas. Se incluyen en el valor todos los animales que han parido al menos una vez y que están presentes en la explotación.

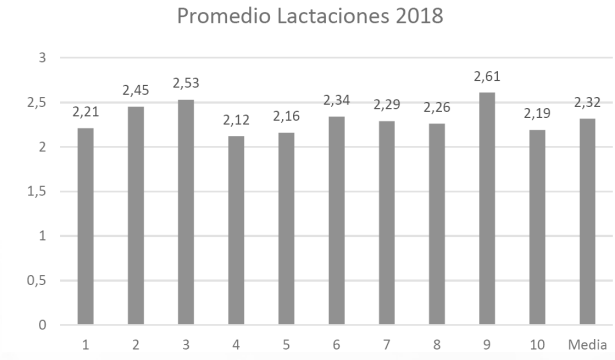


Gráfico 3. Lactaciones promedio de todas las vacas presentes.

d. Eliminación de animales y producción vitalicia.

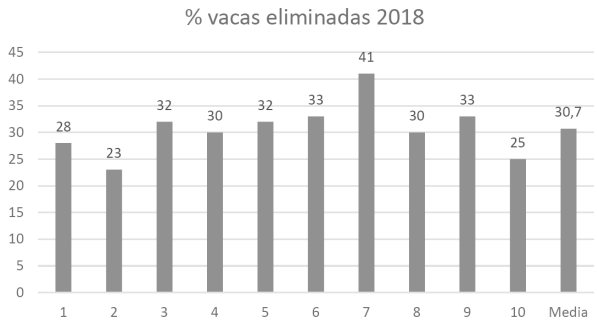


Gráfico 4. Porcentaje de animales eliminados de la explotación durante el año 2018 en cada una de las granjas.

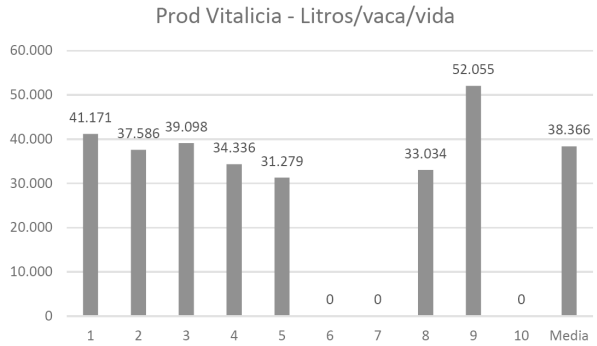


Gráfico 5. Producción en litros de leche por vaca eliminada de la explotación durante el año 2018. Las explotaciones con valor 0, no disponen de la información en el programa informático de gestión de la granja.

e. Resumen. En nuestro trabajo diario no podemos comparar explotaciones con cama fría y explotaciones exclusivamente con cubículos, ya que no disponemos de estas explotaciones. Y tampoco tenemos la situación de cambio de una explotación de un tipo a otro de alojamiento para poder valorar y comparar.

Cada día hay más explotaciones con vacas de producción alojados en cubículos combinado con grupos de vacas en producción alojados en cama fría. Los resultados son muy similares a los anteriores, ya que en ambos tipos de alojamiento se aprovechan las ventajas e inconvenientes para alojar a los animales más indicados. El objetivo es conseguir las vacas limpias, secas y cómodas. Y de esta forma podemos potenciar al máximo el bienestar animal en fin de encontrar una optima salud de los animales, tanto en producción cómo en el periodo seco.

El resultado de la evolución de la cama fría es tener explotaciones de vacas de leche con alta producción y reducidas tasas de eliminación de animales. Y la mayor parte de esta eliminación que sea voluntaria. De todo ello, deriva un incremento de la producción de leche junto a un incremento en el numero de animales en la explotación en base a un crecimiento propio, ordenado y continuo a lo largo del tiempo.

2. **Análisis de los recuentos celulares de la leche del tanque**. Actualmente todas las explotaciones tienen recuentos celulares en la leche de tanque de menos de 400.000 cel./ml. ya que así lo establece la legislación actual. Por tanto, realizar comparativas entre diferentes tipos de cama no nos llevaría a ninguna conclusión. Pero si que podemos ver los recuentos celulares sobre las explotaciones que tenemos información para ver si siguen la misma tendencia que las otras explotaciones. Las explotaciones mostradas tienen un recuento celular medio durante el año 2018 de 197.000 cel./ml. Por tanto, podemos afirmar que la cama compost o cama fría no es un obstáculo para poder produ-

cir leche de calidad. Todas ellas mantienen la cama con serrín de madera excepto la granja numero 5 y 6 que utilizan paja como material de cama. Y airean la cama una vez al día, excepto 1,4 y 6 que airean dos veces al día.

Todas estas explotaciones tienen las vacas secas con el mismo tipo de cama y se mantiene de la misma forma.

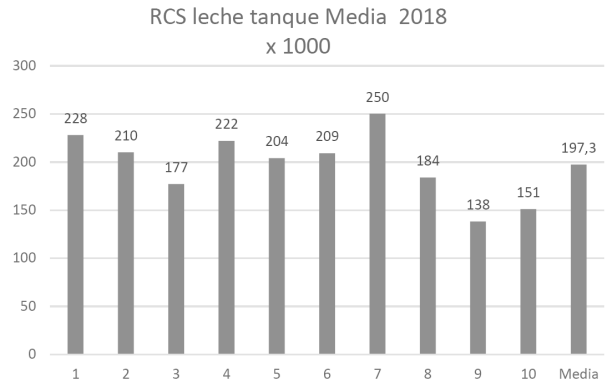


Gráfico 6. Recuento celular de la leche de tanque medio mensual de cada una de las explotaciones. Explotaciones numeradas de la 1 a la 10. Con la media correspondiente. Expresado cómo células somáticas por 1000.

3. **Análisis de los recuentos celulares individuales mensuales**. Las granjas con información del recuento celular individual mensual y con los animales en cama compost son cinco. Del análisis obtenemos los siguientes datos:

Nuevas infecciones: es el porcentaje de vacas que en el mes anterior han tenido un recuento celular individual de menos o igual a 200.000 cel./ml y en el mes actual tienen un recuento celular individual de más de 200.000 cel./ml. De estos valores mensuales de cada una de las explotaciones tenemos el valor medio de 11,7 %. Con un valor máximo de un 15,0% y un mínimo de un 10,0% de nuevas infecciones.

Vacas crónicas: es el porcentaje de vacas que en el mes anterior han tenido un recuento celular individual de más de 200.000 cel./ml y en el mes actual siguen teniendo más de 200.000 cel./ml. La media de las explotaciones es de un 10,6 %. Con un valor máximo de un 15,0% y un valor mínimo de un 8,0%.

Vacas curadas entre controles celulares: es el porcentaje de vacas que en el mes anterior han tenido un recuento celular individual de más de 200.000 cel./ml y en el control actual tiene un valor igual o menor a 200.000 cel./ ml. El valor medio de estas explotaciones es de un 46,4%. Con valor máximo de un 57,0% y un valor mínimo de un 38,0%.

Por tanto, podemos concluir que las explotaciones con este tipo de cama tienen regularidad en los resultados mensuales del recuento celular individual, con las mamitis subclínicas controladas a lo largo de todos los meses del año. Y que cumplen con los objetivos en calidad celular de la leche.

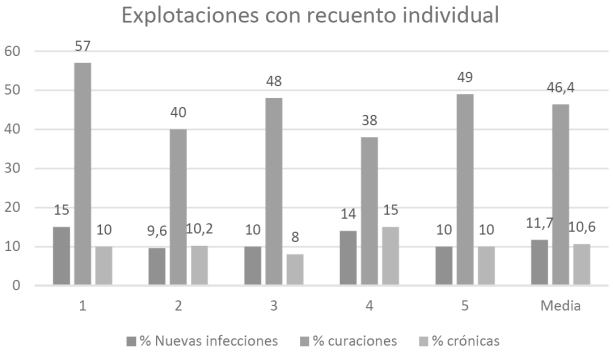


Gráfico 7. Evolución del recuento celular individual entre dos controles consecutivos de cada una de las explotaciones que dispone de recuento celular individual mensual a lo largo del año 2018.

Sobre los datos de la prevalencia de infección en las fechas de muestreo de los animales, el valor medio de cada explotación para el año 2018 es de 19,6 %.

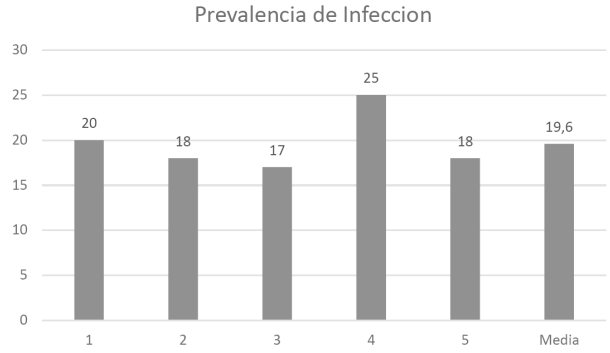


Gráfico 8. Prevalencia media anual de vacas infectadas en la fecha del control mensual. Es un porcentaje de los animales infectados con más de 200.000 cel./ml en un solo control.

4. **Análisis d la incidencia de mamitis clínicas**. La incidencia de mamitis clínica en las explotaciones de vacuno de leche tiene como objetivo menos de un 25% anual. Es complicado comparar explotaciones por el carácter subjetivo de los diagnósticos. Pero si consideramos que todas explotaciones que presentamos los datos tienen un recuento celular en la leche del tanque correcto, el diagnostico de las mamitis clínicas, aunque sea subjetivo, debe de ser correcto. La media de mamitis clínicas en estas explotaciones es del 38,5% anual. Es superior al objetivo al realizar la media. Pero hay diversidad en los valores medios de las explotaciones. Este parámetro está enormemente influenciado por la densidad de los animales, lo que dificulta mucho el poder mantener la cama fría en optimas condiciones.

Las muestras de leche de las vacas con mamitis clínicas que se envían al laboratorio para el diagnóstico microbiológico, mayoritariamente son positivas a estreptococos ambientales y a gérmenes Gram negativos. En el grupo de los estreptococos hay un dominio del *Estreptococus uberis*. Y en el grupo de los Gram negativos hay un dominio de *Escherichia coli*.

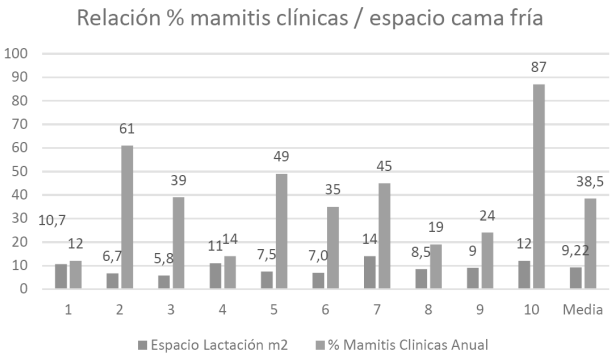


Gráfico 9. Porcentaje anual de vacas con mamitis sobre las vacas presentes. Relacionado con el espacio (en metros cuadrados) de cama compost por vaca en estado de lactación.

5. **Evolución del recuento celular de las vacas secas al parto**. Ya en el 2014 fue publicado por Astiz *et al.* en el Livestock Science, una comparativa sobre 423 vacas secas Holstein alojadas en cama compost (n=242) vs. cama caliente de paja (n=181). El resultado es una reducción de la incidencia de la primera mamitis (22,1 vs. 35%) y segunda mamitis (6,8 vs. 15%) en la siguiente lactación en cama compost vs. cama de paja. Además de una reducción de las células somáticas (96,1 ±135,2 vs. 139,5 ± 242,6 cel./ml.) y un incremento de la producción de leche en los primeros 100 días de lactación en las vacas (3778 ± 887 vs. 3538 ± 991 litros /lactación) en cama compost.

Hemos seguido apostando por la cama compost en vaca seca y los resultados de las explotaciones teniendo en cuenta el primer recuento celular después del parto figura en la gráfica 10. En la gráfica se separan las vacas adultas de las vacas de primera lactación. En el año 2018 la media ha sido de 82,6% de vacas sanas al parto, tanto en vacas adultas cómo en vacas de 1ª lactación.

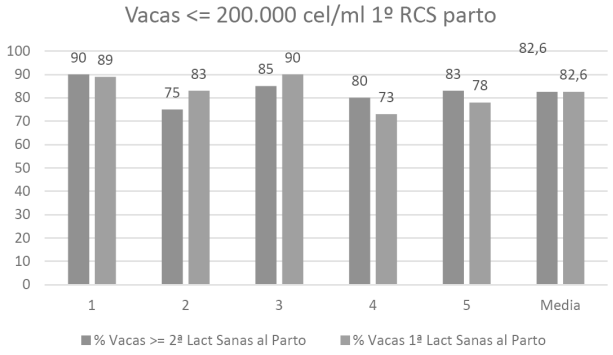


Gráfico 10. Porcentaje de vacas sanas al parto. Media anual de las medias mensuales de todos los meses del año 2018.

Actualmente, con la progresiva implantación del secado selectivo de las vacas en el momento del inicio del periodo seco, la calidad de la cama donde se alojan las vacas secas es fundamental. Ya que estamos implantando la no aplicación de un tratamiento (ni cómo tratamiento ni cómo prevención) antibiótico a los animales al inicio del periodo seco. Por tanto, tanto para los animales con tratamiento antibiótico curativo en el momento del inicio del periodo seco cómo en los animales que no se les aplica ningún tratamiento, la cantidad de gérmenes en el entorno de la vaca seca durante los primeros 15 días de la etapa de no ordeño es muy importante. Mostramos los datos que disponemos de dos explotaciones con secado selectivo (dentro de las diez mostradas anteriormente) y alojadas en cama compost, con un mínimo de doce meses de datos. Otras explotaciones están siguiendo la misma practica de manejo, con la misma tendencia de resultados. La premisa es tener optimizando el mantenimiento y confort de la cama compost-fría en todo el periodo de vaca seca y periodo de transición.

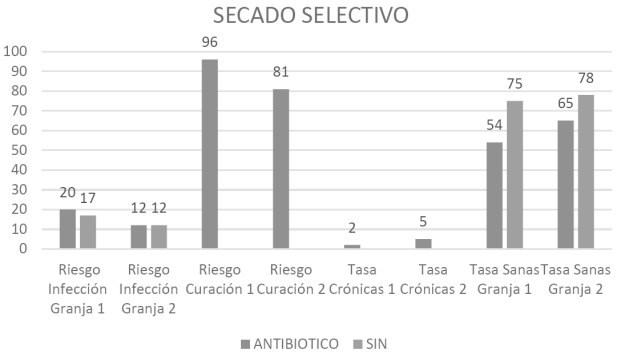


Gráfico 11. Evolución del recuento celular individual desde el ultimo antes del secado al primero después del parto. Todas las unidades son porcentajes. Hay dos tipos de secado, uno con tratamiento intramamario de antibiótico en el momento del secado y otro SIN tratamiento ni prevención.

Los resultados nos indican que la cama compost – cama fría está muy indicada para los animales en el periodo seco. Y nos confirma que debemos de seguir trabajando en este sistema para conseguir aún mejores resultados para optimizar la salud de los animales en el periodo más crítico en la producción de leche. El inicio y final del periodo seco y el principio de la siguiente lactación.

6. **Costes**. Según un estudio sobre el análisis de explotaciones con cama compost realizado en Holanda por la Universidad de Wageningen (2015), comparando costes entre una explotación en cama compost (utilizando material compostado), una de cama fría con adición de serrín respecto a una explotación con cubículos. El resumen es que la construcción de la nave de cama compost y cama fría es más cara (necesidad de más metros cuadrados de espacio para los animales). El mantenimiento anual también es más caro, y está relacionado directamente con la densidad de los animales y el precio del material de cama añadido para mantenimiento. Pero la cama fría aporta más producción de leche (+300 Kg por vaca y año) y una mayor vida productiva de los animales (disminución de un 10% de la reposición). El balance final es un beneficio de la cama fría sobre las explotaciones de vacas con cubículos.
7. **Resumen y conclusiones**. Cada explotación tiene un manejo diferente en el mantenimiento de este tipo de cama y lo que define son los resultados. Pero no podemos hablar de un verdadero proceso de compost. Ya que la temperatura de esterilización de 65ºC para la eliminación de los gérmenes causantes de mamitis no la podemos conseguir durante todos los meses del año. Por tanto, en todas las explotaciones tenemos una cama semi compost que la estamos aireando todos los días del año y con un aporte continuo de materia orgánica (heces y material de cama) y de humedad (orina de las vacas). Por esta razón estamos consiguiendo un tipo de cama diferente denominada “Cama fría”, que nos aporta grandes beneficios sobre la salud de los animales y una optimización del bienestar animal.

La verdadera razón de ser de la cama fría no se acaba de entender, ya que seguimos teniendo unos contajes elevados de gérmenes sobre la piel de los pezones de las vacas, pero en

cambio tenemos control sobre la incidencia de mamitis clínicas y subclínicas. Faltan más estudios para averiguar lo que ocurre realmente en este tipo de cama, pero lo que es cierto, que a nivel práctico los resultados técnicos avalan este tipo de diseño de explotación cómo otra alternativa para tener en cuenta en las nuevas o en las remodelaciones de construcciones en las explotaciones de vacuno de leche. Válido tanto para vacas en producción, cómo para vacas secas.

No podemos olvidar el incremento de las emisiones de amoniaco de este tipo de cama al ser removida todos los días.

BIBLIOGRAFIA

- Astiz, S., Sebastian, F., Farga, O., Fernandez, M., and Calvet, E. 2014. Enhanced udder health and milk yield of dairy cattle on compost bedding systems during the dry period: A comparative study. Livestock Science 159 (2014) 161-164.
- Callejo Ramos, A. 2018. Uso de cama acumulada de compost en vacas de leche. Revista Frisona Española. Número 210 y número 212.
- Galama, P.J., De Boer, H.J., Van Dooren, H.J.C., Ouweltjes, W. and Driehuis, F. 2015. Sustainability aspects of ten bedded pack dairy barns in The Netherlands. Livestock Research Report 873. Wageningen UR.
- Jimenez, L.M. and Roger, N. 2018.La “cama fría”, un sistema que funciona. Revista Frisona Española. Número. 224.
- Black, R.A., Taraba, J.L., Day, G.B., Damasceno, F.A., Newman, M.C., Akers, K.A., Wood, C.L., McQuerry, K.J., and Bewley, J.M. 2014. The relationship between compost bedded pack performance, management, and bacterial counts. J. Dairy Sci. 97:2669-2679.
- Barberg, A.E., Endres, M.I., Salfer, J.A., and Reneau, J.K. 2007. Performance and Welfare of Dairy Cows in a Alternative Housing System in Minnesota. J.Dairy Sci. 90:1575-1583.
- Barberg, A.E., Endres, M.I., Salfer, J.A. and Reneau, J.K. 2007. Performance and Welfare of Dairy Cows in an Alternative Housing System in Minnesota. J.Dairy Sci. 90:1575-1583
- Callejo Ramos, A. Cow Confort. El Bienestar de la Vaca Lechera. Servet.

MINIMIZANDO LAS ENFERMEDADES RESPIRATORIAS EN LOS ESTABLOS DE TERNEROS UTILIZANDO VENTILACIÓN DE TUBO DE PRESIÓN POSITIVA

Ken Nordlund, DVM

Introducción

Mientras que las becerreras (calf hutches) individuales siguen siendo excelentes sistemas de alojamiento para los terneros lactantes, muchos productores lecheros están reconsiderando los establos para terneros. Las razones expuestas frecuentemente en favor de los establos de terneros son la utilización de sistemas automáticos de alimentación de leche para terneros y la mejora de las condiciones de trabajo de los cuidadores en condiciones climáticas adversas. Las enfermedades respiratorias en los terneros lactantes son con frecuencia el principal problema de salud en los establos de terneros lactantes. En 2004, realizamos un estudio de campo de los factores de riesgo de enfermedades respiratorias en terneros en establos ventilados de manera natural (Lago *et al.*, 2006). Uno de los resultados del estudio fue que los cubículos para terneros mal ventilados suponen un factor de riesgo de enfermedades respiratorias. Un hallazgo más problemático fue que un establo bien ventilado no asegura un cubículo bien ventilada. A partir de esas experiencias, nuestro grupo clínico de la Universidad de Wisconsin desarrolló un sistema de ventilación para establos de terneros (Nordlund & Halbach, 2019) que ha sido ampliamente aceptado como eficaz a la hora de reducir el riesgo de enfermedades respiratorias. El sistema Wisconsin utiliza ventilación con tubos de presión positiva para proporcionar una tasa mínima de intercambio de aire en climas fríos y la complementa con una ventilación natural en climas cálidos y calurosos.

Nuestra experiencia con los sistemas ha sido gratificante. En los últimos diez años, varios miles de lecherías han instalado los sistemas de tubos de presión positiva en establos ventilados de manera natural existentes en Norteamérica. Repetidamente, los productores informan que los tratamientos para las enfermedades respiratorias se reducen en un 50% o más. En 2016, Jorgenson *et al.* (2017) llevó a cabo una encuesta en los establos de terneros del Medio Oeste y se encontró con que la ausencia de un sistema de ventilación de presión positiva estaba asociada con un incremento del 80.6% de la probabilidad de que un ternero fuera diagnosticado como enfermo.

En este artículo, comentaré algunas de las limitaciones de la ventilación exclusivamente natural, resumiré las características clave de los sistemas de ventilación con tubos de presión positiva, y revisaré algunas características adicionales de los establos de terneros que mejoran su capacidad para una ventilación exitosa del microambiente de cada ternero.

Las limitaciones de la ventilación natural

Los establos de ganado ventilados de forma natural se caracterizan por una cresta abierta en lo alto del techo, aleros abiertos por encima de las paredes laterales y la capacidad de abrir las paredes laterales a la brisa en climas cálidos (Holmes *et al.*, 1989). Las especificaciones típicas incluyen una abertura de cumbrera mínima de 5 cm por cada 3 m de ancho del edificio, aberturas de alero de al menos 2,5 cm por cada 3 metros de ancho del edificio por encima de ambas paredes laterales, y la capacidad de abrir al menos el 50% de las paredes laterales en días cálidos. La inclinación interior mínima del techo es de 1:4 de alto a ancho.

La ventilación natural tiene ventajas evidentes, ya que las fuerzas naturales se utilizan para ventilar los edificios, eliminando o reduciendo los costes tanto de los ventiladores como de la energía eléctrica. Las fuerzas naturales incluyen el viento que se mueve contra, sobre y a través de los edificios, y la flotabilidad térmica del aire caliente que se eleva dentro de un edificio. Los datos meteorológicos recopilados a lo largo del tiempo muestran que hay suficiente viento para ventilar los establos de manera natural, en nuestra parte del mundo, durante más del 90% del tiempo (USDA, 2018). Sin embargo, estos datos sugieren que el 10% del tiempo restante, el viento es insuficiente para la ventilación. Algo de ventilación natural se logra por medio de la flotabilidad térmica, pero los terneros neonatos producen muy poco calor y cualquier ventilación producida por la flotabilidad térmica es generalmente mínima en los establos de terneros (Lago et al, 2006).

Incluso cuando hay suficiente viento para ventilar un establo de terneros, la distribución y mezcla de aire fresco dentro del establo no está asegurada. Los problemas pueden incluir barreras externas, tales como edificios o arboledas que impiden que los vientos lleguen al estable, aberturas insuficientes en las paredes laterales o en la cumbrera que no permiten que entre o salga suficiente aire, y otras barreras, tales como paneles sólidos alrededor de un cubículo que pueden impedir la distribución de aire en el microambiente alrededor del ternero. Cuando los vientos son la principal fuerza de ventilación, el aire entra por un lado del establo y muchos establos son demasiado anchos para que se mezcle bien en todo el espacio interior. Además, las diferencias térmicas entre el aire exterior y el interior a veces pueden minimizar la mezcla del aire entrante con el aire residual que hay en el establo. Por lo general, el aire exterior es más cálido que el interior, por lo que el aire más frío que entra en un establo se asienta y se mezcla. Sin embargo, hemos registrado la temperatura en establos de terneros que muestran que la temperatura del aire exterior es generalmente más cálida que el aire del interior del establo de terneros durante 1 a 4 horas después de la salida del sol. En tales condiciones, el aire más caliente que entra en el establo se eleva por encima del espacio de los animales y no ventila los microambientes a nivel de los terneros. Es nuestra opinión que la ventilación natural debe ser utilizada tanto como se puede, pero también debemos tratar de corregir las limitaciones para mejorar la salud de los terneros.

La ventilación por tubo de presión positiva utilizada en combinación con la ventilación natural

Los sistemas tradicionales de ventilación mecánica, como los establos de presión negativa, son incompatibles con la ventilación natural porque el edificio está cerrado y las entradas de aire están limitadas de modo que se pueda presurizar el interior. Por el contrario, los sistemas de tubos de presión positiva son totalmente compatibles con los establos ventilados de forma

natural. Los tubos de ventilación de presión positiva son unidades autónomas que pueden distribuir aire a cualquier punto específico dentro de un edificio a un volumen y velocidad deseados.

Los sistemas suplementarios de tubos de presión positiva están dimensionados, por lo general, para cambiar el aire interior al menos cuatro veces por hora durante todo el año. Esta tasa de ventilación asume una densidad de población "normal" y fue recomendada como la tasa mínima de ventilación invernal por Bates y Anderson (1979). El ventilador de tubo nunca se detiene, funciona las 24 horas del día y los 365 días del año. Si se diseña correctamente, el sistema de tubos proporcionará aire fresco sin corrientes de aire en el microambiente del ternero. Además de mejorar la salud respiratoria de los terneros, los trabajadores comentan que la cama y los suelos están más secos, lo cual está relacionado con una mejor circulación de aire en el microambiente alrededor de los terneros. El aire introducido a través del tubo se distribuye por todo el establo y luego sale pasivamente por las típicas aberturas de la cumbrera y el alero.

Al estar los tubos de presión positiva suministrando una cantidad mínima de aire fresco continuamente durante todo el año, se consigue una ventilación adicional en climas cálidos y calurosos para minimizar la acumulación de calor. Mientras que las paredes laterales del establo pueden cerrarse, excepto los aleros y la abertura de la cumbrera, cuando hace mucho frío, las paredes laterales se abren cada vez más para permitir la entrada de la brisa al establo en las épocas más cálidas. Con las paredes abiertas en condiciones de viento, el aire fresco que sale de los tubos es arrastrado por los vientos que entran en el establo. Aunque, en estas condiciones los tubos no son efectivos, es preferible simplemente dejar que el ventilador de tubo funcione continuamente en lugar de detener y arrancar los ventiladores de tubo dependiendo de las condiciones del viento exterior.

Con frecuencia se plantean dudas acerca de si los ventiladores de tubo deben apagarse en climas muy fríos y la respuesta es no. Primero, los tubos están proporcionando la tasa mínima recomendada de intercambio de aire para la salud de los terneros, por lo que su cierre sería inapropiado. En segundo lugar, los tubos de presión positiva tienen un efecto mínimo en la temperatura interior. Tuvimos la oportunidad de comparar las temperaturas invernales entre dos establos idénticos ventilados de manera natural en la misma explotación lechera, uno con un sistema de tubo suplementario y el otro sin él. Durante un período de dos semanas, las temperaturas interiores medias de los establos fueron idénticas, -5ºC. Sin embargo, el establo con el tubo normalmente se enfriaba 1ºC más en la mitad de la noche y se calentaba 1ºC más a mediodía. Esto se debe a que el sistema de tubos produce una tasa de ventilación moderadamente más alta que hace que la temperatura interior del establo se acerque ligeramente más a la temperatura ambiente exterior, tanto hacia arriba como hacia abajo.

Los sistemas típicos son relativamente baratos y requieren un consumo eléctrico bajo para su funcionamiento. Por ejemplo, un sistema de tubos en un estable de becerros que mide 30 m x 11 m puede necesitar un solo ventilador de 50 cm. Dependiendo de los materiales elegidos, el ventilador y el tubo pueden costar unos 1.000 dólares más el diseño del sistema, la instalación y el cableado, con lo que el total es de aproximadamente 2.000 dólares. El ventilador de 51 cm puede consumir 500 vatios o 0,5 kWh de electricidad, lo que produciría 12 kWh al día o 4.380 kWh al año. Si los costos de electricidad son de $0.10 USD por kWh, los costos anuales de electricidad serían de ~$438 USD por año.

Aspectos técnicos de los tubos de presión positiva de "nueva generación

Muchas veces, la gente dice: "Sí, tuvimos tubos así en los años setenta" Sí, pueden haber tenido un ventilador y un tubo de polietileno, pero esos eran los sistemas de tubos del pasado. En el sistema tradicional de tubos, el ventilador y el tubo eran dispositivos de recirculación diseñados para mezclar aire y equilibrar la temperatura dentro del establo. Típicamente, el ventilador de tubo se ubicaría aproximadamente a 1 m dentro de la pared del establo y cerca de una rejilla de entrada. Los orificios de salida se ubicaban generalmente para descargar el aire directamente hacia los lados en las posiciones de los orificios de las 3 y de las 9 horas, y se daba poca importancia al diámetro de los orificios. Mientras que estos sistemas eran efectivos a la hora de igualar la temperatura dentro del espacio, también recirculaban patógenos dentro del establo. ¡Esto no es lo que estamos recomendando!

Los sistemas de tubos de "Nueva Generación" distribuyen pequeñas cantidades de aire fresco del exterior del edificio al microambiente del ternero sin crear una corriente de aire. Dicho de nuevo, ¡pequeñas cantidades de aire fresco para el ternero sin corriente de aire!

Los ventiladores se seleccionan en función de su capacidad de cambiar el volumen interior de aire dentro del establo aproximadamente cuatro veces por hora. Los ventiladores van montados en una pared exterior y sólo aspiran aire fresco del exterior. El ventilador debe estar ubicado lejos de cualquier fuente de aire usado de otros edificios, así como de fuentes de polvo y de otras partículas en el aire. No recomendamos el uso de compuertas u otros dispositivos para mezclar el aire fresco entrante con el aire reciclado del establo. Este es un punto crítico ya que los sistemas están dimensionados para distribuir el flujo mínimo recomendado de aire fresco por el establo, no un flujo de aire usado y mezclado.

El diámetro del tubo en relación con la capacidad del ventilador es crítico. El tubo debe ser de tamaño tal que la velocidad calculada del aire en el punto de entrada del tubo sea menor de 6.1 m/s (Wells & Amos, 1994). Cuando la velocidad proximal del aire es mayor, la salida de aire se vuelve menos uniforme, habrá más ruido y, en casos más severos, el tubo se agitará y aleteará cerca del ventilador. Para cumplir con esta directriz, es común que el diámetro del tubo sea más ancho que el ventilador en el que va montado.

El diámetro y la distancia de los agujeros se diseñan a medida para cada instalación. El requisito fundamental es que el tubo entregue aire fresco a los terneros sin crear una corriente de aire frío. Los términos técnicos son "distancia de proyección" a "aire en reposo" El aire en reposo se define como el aire que se mueve a una velocidad inferior a 0,3 m/s (Wathes et al, 1983). Una corriente es aire que se mueve a velocidades mayores de lo que está establecido para aire en reposo. La distancia de proyección del aire de un tubo viene determinada por la presión estática dentro del tubo y por el diámetro de los agujeros o perforaciones en el tubo (Wells & Amos, 1994). A una presión estática dada, el aire que sale de un orificio de diámetro mayor viajará más lejos que el aire que sale de un orificio de diámetro menor.

La distancia de proyección deseada se determinará en función de la altura del tubo por encima del suelo y la distancia que deba recorrer el aire hacia un lado. Nuestras directrices consisten en conseguir que el aire esté "en reposo" en un punto situado aproximadamente a 1,2 metros por encima del suelo. La ubicación de los orificios de descarga se especifica mediante las

posiciones del reloj, por ejemplo, las 5:00 y las 7:00, o las 4:30, 6:00 y 7:30, que dependen de la altura desde el suelo hasta el fondo del tubo y del ancho deseado del patrón de proyección. Las distancias de proyección a los puntos deseados de aire en reposo se calculan usando la trigonometría, y los diámetros de los orificios de descarga se dimensionan en base a estas distancias y a la presión estática estimada dentro del tubo.

Estos cálculos requieren el uso de los principios de mecánica de fluidos que están más allá del alcance de este artículo. Las sesiones de formación sobre cómo diseñar sistemas de tubos de presión positiva utilizando la hoja de cálculo Positive Pressure Tube Calculator© se ofrecen periódicamente a través de los Talleres de la Iniciativa Dairyland (The Dairyland Initiative Workshops). Se puede encontrar una lista de los participantes en https://thedairylandinitiative.vetmed.wisc.edu/professionals/industry-contacts/.

Debido a las limitaciones de la "distancia de proyección" de los chorros de aire de los tubos, debe haber un ventilador y un tubo por cada 9 a 11 m de ancho del edificio, con los tubos paralelos a la longitud del establo. Aunque existen recomendaciones generales para limitar la longitud de los tubos individuales a 30 m, hemos supervisado el excelente rendimiento de tubos diseñados correctamente y que se extienden hasta 85 m.

Los tubos pueden estar hechos de una variedad de materiales que van desde el polietileno transparente, muy económico, el polietileno tejido o el vinilo, de costo moderado, o el relativamente caro PVC o tubos de desagüe. Cada material tiene ventajas y desventajas relacionadas con su costo, durabilidad y flexibilidad en cuanto al tamaño y ubicación de los orificios de descarga. Según nuestra experiencia, el mejor valor total se consigue con los tubos de polietileno tejido, de precio moderado, que se instalan con soportes de doble cable a cada lado del tubo. Estos tubos cuestan entre $16 y $40 USD por metro lineal, dependiendo en gran medida del diámetro del tubo.

Otras características del diseño del establo que son importantes para el éxito de la ventilación

1. Establos estrechos

Los establos estrechos son más fáciles de ventilar por la fuerza del viento en climas cálidos. Nuestra experiencia nos dice que tanto los establos estrechos como los anchos pueden tener bastante éxito en climas fríos cuando se complementan con sistemas de tubos de presión positiva, pero el éxito con establos con una anchura de más de 12 m es menor en climas cálidos y calurosos cuando se ventilan por medio de la fuerza de la naturaleza. Los propietarios a menudo desean instalar ventilación mecánica adicional para el verano.

Además, es más fácil limitar la propagación de enfermedades de un ternero a otro en un establo más largo y estrecho. En un establo muy estrecho con una sola fila de cubículos, los terneros nuevos se colocan en corrales recién limpiados, y normalmente hay un espacio entre ellos y los terneros más viejos del establo. En los establos con dos filas de corrales, ambas filas pueden llenarse simultánea y paralelamente, de forma similar a un establo para terneros de una sola fila, dejando a los recién llegados en corrales recién limpiados con unos pocos vacíos entre ellos y los terneros mayores que están a punto de ser destetados. En establos con tres o más filas, la situación normalmente se presenta cuando los terneros jóvenes vulnerables están directamente al otro lado de un pasillo de servicio de los terneros mayores que están potencialmente "emitiendo" patógenos.

D

2. Distancia entre los establos individuales

Un edificio ventilado de forma natural debe estar colocado de modo que los vientos puedan entrar por las paredes laterales abiertas en los climas cálidos. Las barreras que bloquean el viento se llaman "*wind shadows*" (a resguardo del viento) y pueden incluir edificios adyacentes, bancos de tierra, bosques e incluso campos de maíz estacionales que se aproximan a la altura total. Un método para calcular la distancia mínima (D_{min}) entre edificios ventilados de forma natural es la siguiente ecuación (Holmes, 1989):

D_{min} = 0.4*(altura del obstáculo, m)*[(longitud del obstáculo, m)0,5], o 0,4*altura*(√ longitud).

Por ejemplo, el espacio libre recomendado para una estructura de 4 m de altura y 29,3 m de largo es de 15,6 m de separación.

3. Paredes laterales permanentes bajas rematadas con amplios espacios que pueden abrirse o cerrarse

Para optimizar la ventilación natural en climas cálidos, las paredes laterales deben estar lo suficientemente abiertas para permitir que la brisa entre fácilmente en el establo. La altura mínima de la pared lateral está relacionada con el ancho del establo. En general, se debe considerar 3,7 m como la altura mínima de la pared lateral para edificios de menos de 13 m de ancho, pero hasta 4,3 m en el caso de edificios de 18 m de ancho o más. La pared lateral debe estar equipada con cortinas retráctiles, preferiblemente divididas para que todo el aire no tenga que entrar por encima de la parte superior de la cortina.

Para establos de terneros con ventilación natural, preferimos una pared lateral sólida de unos 60 cm por encima del nivel del suelo. Durante periodos de tiempo cálido, cuando las cortinas de las paredes laterales están completamente abiertas, la pared lateral baja permite que el viento entre directamente en los cubículos y maximiza la ventilación. Una altura de pared lateral tradicional de 1,0 a 1,2 m puede impedir que la brisa llegue a los cubículos, especialmente si la temperatura del viento es superior a la temperatura interior del establo. Especialmente problemático es cuando los vientos cálidos del exterior pasan sobre una pared sólida alta y no bajan a los cubículos, sino que cruzan el establo y arrastran el air fresco que sale de un tubo de ventilación de presión positiva. En esta situación, una pared sólida alta tradicional interfiere tanto con la ventilación natural y con la ventilación con tubos de presión positiva.

Si un establo existente tiene una pared lateral alta y sólida, se puede mejorar la ventilación de los cubículos montando un "tablero deflector" en las paredes laterales para desviar el aire hacia abajo para que llegue a los cubículos. Este deflector puede ser tan simple como una tabla ancha de 20 a 25 cm con bisagras sujeta a unos travesaños y colocada justo encima de las paredes laterales de hormigón. Se mantiene a un ángulo descendente utilizando unos cables que van desde la tabla a las vigas.

4. Cubículos individuales separados 1,0 m de la pared exterior

Cuando la temperatura en el interior del establo es más cálida que la temperatura exterior, el aire que entra a través de los aleros caerá a velocidades de "corriente" relativamente altas a los cubículos que hay cerca de las paredes exteriores. Debido a este fenómeno, ha sido una práctica común en climas fríos colocar una cubierta sobre los cubículos individuales durante el invierno. Sin embargo, nuestro estudio de campo mostró que el cubrir los cubículos conlleva un tremendo incremento en el recuento total de bacterias en el aire, que es un factor de riesgo de enfermedades respiratorias[1]. Mientras que una cubierta pue-

de eliminar la corriente de aire, también hace que la calidad del aire en el corral se vuelva muy pobre. Ni la corriente de aire, ni la cubierta son deseables.

La solución óptima es separar los cubículos de la pared exterior mediante un pasillo de aproximadamente 1,0 m de ancho. Debe haber un panel trasero vertical sólido de unos 50 a 60 cm de altura entre el ternero y el pasillo exterior. El aire frío puede entonces entrar por encima de la cortina y bajar al pasillo sin enfriar al ternero. Si no se puede instalar un pasillo, una solución aceptable es cerrar el alero en el lado de barlovento del establo e instalar un sistema de tubos de presión positiva bien diseñado que genere cuatro cambios de aire por hora de forma continua. Los cubículos recibirán suficiente ventilación del sistema de tubo y la cortina de la pared lateral se puede abrir ligeramente para conseguir una ventilación natural cuando hayan pasado las condiciones extremas.

5. Paneles laterales sólidos con paneles de malla en la parte delantera y trasera de los cubículos

En el ensayo de campo llevado a cabo en Lago *et al.*, la prevalencia de las enfermedades respiratorias se redujo con menores conteos de bacterias en el aire en los cubículos debido a la mayor profundidad de la cama y a la presencia de un panel sólido entre cada ternero. Sin embargo, los paneles sólidos entre cada ternero tendían a aumentar el conteo de bacterias en el aire, un hallazgo confuso. Debido a este hallazgo, hemos recomendado paneles sólidos entre cada ternero, o cada dos terneros, y el uso de sistemas de tubos de presión positiva para proporcionar aire fresco entre los paneles sólidos.

Con el panel frontal y trasero abierto, hay mayores oportunidades para que el aire se mueva a través de los cubículos en periodos de buen tiempo cuando las cortinas de las paredes laterales están abiertas. Los paneles macizos en todos los laterales de un cubículo generan unos impedimentos extremos a la ventilación natural. Hemos realizado trabajos de investigación en establos con los laterales abiertos durante el verano, donde los paneles sólidos en todos los lados de los cubículos impedían que la brisa predominante ventilara los cubículos; el viento pasaba por encima de la parte superior y arrastraba el aire proveniente del tubo de presión positiva antes de que ésta llegara a los cubículos.

Uso de sistemas de tubos de presión positiva en otros tipos de establos

1. Establos de terneros destetados con el frente abierto

Este trabajo se ha centrado en el uso de sistemas de tubos de presión positiva en establos de terneros lactantes con ventilación natural. Sin embargo, los establos de terneros destetados son otra área de riesgo importante en cuanto a las enfermedades respiratorias en los terneros que también se benefician de tubos de presión positiva suplementarios. Hemos diseñado sistemas para muchos establos con el frente abierto para terneros, con paredes traseras hechas de cortinas, y tenemos muchos informes clínicos sobre la reducción del riesgo de problemas respiratorios después del destete.

2. Establos cerrados que antes tenían vacas adultas y que fueron acondicionados con posterioridad

Muchos establos con cubículos de amarre y cepos que anteriormente albergaban vacas lecheras han sido convertidos en establos para terneros lactantes. Los sistemas de tubo de presión positiva pueden mejorar significativamente la salud respiratoria de los terneros en estos establos. Una vez más, los techos bajos son a menudo un reto. Para proporcionar suficiente espacio para los cuidadores de los terneros, es típico colocar filas de tubos de difusión de aire sobre cada fila de becerreros para evitar obstrucciones en el pasillo central de servicio.

Un problema particular surge en estos establos cuando hace calor. Muchos de estos establos cuentan con sistemas de ventilación de túnel de viento más antiguos, diseñados para mover el aire desde una entrada de aire en un extremo hasta el otro extremo a velocidades de 1 m/s o más. Si los cubículos individuales están separados por paneles sólidos, estos paneles evitan que este tremendo flujo de aire ventile a los terneros individuales. Los tubos de presión positiva también fallan bajo estas circunstancias ya que el aire que sale por el tubo es atrapado inmediatamente por la corriente de aire que viaja por encima de los paneles sólidos. Hemos demostrado este hecho repetidamente en estos establos de son como túneles de viento. Los sistemas de ventilación de túnel de viento son incompatibles en la misma sala con los sistemas de tubos.

La solución preferida para este problema es instalar sistemas de tubos de mayor capacidad en climas cálidos. Podrían instalarse a lo largo de las paredes exteriores del establo cuando se atiende a los cubículos desde el pasillo central. Una tasa acumulativa de aproximadamente 15 a 20 cambios de aire por hora (ACH) se considera generalmente satisfactoria en estas situaciones.

Otras soluciones aceptables utilizan la ventilación de presión negativa durante la temporada de clima cálido con ranuras de entrada a lo largo de un lado del establo y ventiladores de escape de alta capacidad en la pared opuesta. Los paneles sólidos entre los terneros están colocados paralelos al flujo general de aire dentro del establo y son compatibles. Al calcular el ACH (cambio de aire por hora) total, es importante recordar que los cfm (pies cúbicos por minuto) del tubo de presión positiva no se añaden a los cfm de los extractores de presión negativa. El aire del ventilador de presión positiva será expulsado por los ventiladores de presión negativa. El ACH (cambio de aire por hora) total será igual a la capacidad del mayor de los dos sistemas, no a la suma de ambos.

CONCLUSIÓN

Nuestra experiencia en la última década nos ha demostrado que los establos de terneros diseñados y construidos usando las técnicas descritas en este documento pueden producir terneros tan sanos como los criados en becerreras (hutches), y también mejoran las condiciones de trabajo de los cuidadores. Puede encontrar más información sobre el estabulado de ganado joven en The Dairyland Initiative en https://thedairylandinitiative.vetmed.wisc.edu/.

BIBLIOGRAFÍA

En la version inglesa

ENGLISH VERSION ▾

MINIMIZE RESPIRATORY DISEASE IN CALF BARNS WITH POSITIVE PRESSURE TUBE VENTILATION

Ken Nordlund, DVM

Introduction

While individual calf hutches remain as excellent housing systems for nursing calves, many dairy farmers are reconsidering calf barns. The frequently stated reasons for calf barns are to utilize automatic calf milk feeding systems and to provide better working conditions for calf caregivers in inclement weather. Respiratory disease in nursing calves is frequently the primary disease problem in nursery barns. In 2004, we conducted a field study of risk factors for respiratory disease in calves in naturally ventilated barns (Lago *et al.*, 2006). One of the findings to come out of the study was that poorly ventilated calf pens are a risk factor for respiratory disease. A more challenging finding was

that a well-ventilated barn does not insure a well-ventilated calf pen. From those experiences, our clinical group at the University of Wisconsin developed a ventilation system for calf barns (Nordlund & Halbach, 2019) that has been widely accepted as effective in reducing the risk of respiratory disease. The Wisconsin system utilizes positive pressure tube ventilation to provide a minimal air exchange rate in cold weather and supplements it with natural ventilation for warm and hot weather.

Our experience with the systems has been gratifying. Several thousand dairies have installed the positive pressure tube systems into existing naturally ventilated barns in North America in the past ten years. Repeatedly, dairy clients report that treatments for respiratory disease are reduced by 50% or more. In 2016, Jorgenson *et al.* (2017) conducted a survey of Midwest calf barns and reported that the absence of a positive pressure ventilation system was associated with an 80.6% increase in the likelihood of a calf being diagnosed as sick.

In this paper, I will discuss some of the limitations of exclusive natural ventilation, summarize the key features of positive pressure tube ventilation systems, and review some additional features of calf barns that enhance their capacity for successful ventilation of the microenvironment of each calf.

Limitations of Natural Ventilation

Naturally ventilated livestock barns are characterized by an open ridge at the roof peak, open eaves above the sidewalls, and a capacity to open the sidewalls in warm weather to winds (Holmes *et al.*, 1989). Typical specifications include a minimal ridge opening of 5 cm for every 3 m of building width, eave openings of at least 2.5 cm per 3 meters of building width above both sidewalls, and the ability to open at least 50% of the sidewalls in warm weather. The minimal interior slope of the ceiling is a 1:4 ratio of height to width.

Natural ventilation has obvious advantages in that natural forces are used to ventilate buildings, eliminating or reducing costs for both fans and electrical power. Natural forces include wind moving against, over and through buildings, and thermal buoyancy of warmed air rising inside a building. Weather data collected over time shows that there is sufficient wind to provide natural ventilation of barns in our part of the world more than 90% of the time (USDA, 2018). However, this data suggests that wind is insufficient for ventilation about 10% of the time. Some natural ventilation is accomplished by thermal buoyancy, but neonatal calves produce very little heat and any ventilation produced by thermal buoyancy is usually minimal in calf barns (Lago et al, 2006).

Even when there is enough wind to ventilate a calf barn, distribution and mixing of fresh air within the barn is not assured. Problems can include external barriers such as buildings or woodlots that prevent winds from reaching the building, insufficient openings in the sidewalls or ridge that do not allow sufficient air to enter or leave, and barriers such as solid panels around a calf pen can prevent distribution into the microenvironment around the calf. When winds are the primary ventilating force, air enters on one side of the barn and many barns are too wide for good mixing across the entire space. In addition, thermal differences between outside and inside air can sometimes minimize the mixing of incoming air with the residual air in the barn. Usually, outside air is warmer than inside, so the colder air entering a barn will settle and mix. However, we have logged temperature recordings in calf barns that show that exterior air temperature is usually warmer than the calf barn interior for about 1 to 4 hours after sunrise. In such conditions, the warmer air entering the barn is rises above the animal space and does not ventilate the microenvironments at the calf level. It is our opinion that natural ventilation should be utilized as fully as possible, but we should also try to correct the limitations to enhance the health of the calves.

Positive Pressure Tube Ventilation Used in Combination with Natural Ventilation

Traditional mechanical ventilation systems such as negative-pressure barns are incompatible with natural ventilation because the building is closed, and air inlets are limited so that the interior can be pressurized. In contrast, positive pressure tube systems are completely compatible with natural ventilated barns. Positive pressure ventilation tubes are self-contained units that can distribute air to any specific point within a building at a desired volume and speed.

The supplemental positive pressure tubes systems are usually sized to provide the minimum of four changes of interior air per hour year-round. This ventilation rate assumes a “normal” stocking density and was recommended as the minimal winter ventilation rate by Bates and Anderson (1979). The tube fan never stops, running 24 hours a day and 365 days per year. If designed properly, the tube system(s) will deliver fresh air without a draft into the calf’s microenvironment. In addition to improving respiratory health of the calves, dairy operators remark on the improved dryness of the bedding and floors related to better air circulation in the microenvironment around the calves. The air introduced through the tube is distributed around the barn and then exits passively through the typical ridge and eave openings.

With positive pressure tubes supplying a minimal amount of fresh air continuously throughout the year, additional ventilation is provided in warm and hot weather to minimize heat accumulation. While the sidewalls of the barn can be closed except for the eaves and ridge opening during the coldest weather, the sidewalls are opened more and more to allow winds to enter the barn as the seasons warm. With open sidewalls in windy conditions, the fresh air exiting the tubes gets carried away by the winds entering the barn. While the tubes are not effective in these conditions, it is preferable to simply let the tube fan run continuously rather than stopping and starting the tube fans depending on outside wind conditions.

Concerns are frequently raised about whether the tube fans should be shut down in very cold weather and the answer is no. First, the tubes are providing the minimum recommended air exchange rate for calf health so shutting them down would be inappropriate. Second, the positive pressure tubes have a minimal effect on interior temperature. We had an opportunity to compare winter temperatures between two identical naturally ventilated calf barns on the same dairy, one with a supplemental tube system and the other without. Over a two-week period, the average inside temperatures of the barns were identical at -5 C. However, the barn with the tube would usually get 1 C colder during the middle of the night and 1 C warmer during the middle of the day. This is because the tube system results in a modestly higher ventilation rate that causes the interior temperature of the barn to track slightly more closely with the outdoor ambient temperature, both up and down.

Typical systems are relatively inexpensive and require modest electricity for operation. For example, a tube system in a 30 m by 11 m calf nursery might require a single 50 cm fan. Depending on what materials chosen, the fan and tube might cost $1,000 USD plus the design of the system, installation, and wiring bringing the total to approximately $2,000 USD. The 51 cm fan may consume 500 watts or 0.5 kWh of electricity, which

would yield 12 kWh per day or 4,380 kWh per year. If electrical costs are $0.10 USD per kWh, the annual electrical costs would total ~$438 USD per year.

Technical Aspects of the "New Generation" Positive Pressure Tubes

Many times, people say that "Yeah, we had tubes like that in the seventies." Yes, they may have had a fan and polyethylene tube, but those were the tube systems of the past. In the traditional tube system, the fan and tube were recirculation devices designed to mix air and equalize temperature within a barn. Typically, the tube fan would be located about 1 m inside the barn wall and near an intake louver. The discharge holes were usually located to discharge air straight out to the sides at the 3:00 and 9:00 hole positions, and the diameter of the holes was of minimal concern. While these systems were effective in equalizing temperature within the space, they also recirculated pathogens within the barn. This is not what we are recommending!

The "New Generation" tube systems distribute small quantities of 100% fresh air from outside of the building into the microenvironment of the calf without creating a draft. Said again, *small quantities of fresh air to the calf without a draft!*

The fan(s) are selected based upon capacity to change the interior volume of air within the barn approximately four times per hour. The fans are mounted on an exterior wall and will draw only fresh air from the outside. The fan should be located away from any source of used air from other buildings, as well as sources of dust and other airborne particles. We do not recommend the use of dampers or other devices to mix incoming fresh air with recycled air from the barn. This is a critical point in that the systems are sized to distribute a recommended minimal flow of fresh air throughout the barn, not a flow of blended used air.

The diameter of the tube relative to the capacity of the fan is critical. The tube should be sized so that the calculated velocity of air in the inlet portion of the tube is less than 6.1 m/s (Wells & Amos, 1994). When the proximal air speed is greater than this, air discharge becomes less uniform, there will be greater noise, and in more severe cases, the tube will flutter and flap near the fan. To meet this guideline, it is common for the diameter of the tube to be wider than the fan on which it is mounted.

The diameter and spacing of the holes are custom designed for each installation. The fundamental requirement is that the tube delivers fresh air to the calves without creating a chilling draft. The technical terms are "throw distance" to "still air." Still air is defined as air moving at a speed of less than 0.3 m/s (Wathes et al, 1983). A draft is air moving at speeds greater that these definitions of still air. The throw distance of air from a tube is determined by the static pressure inside the tube and by the diameter of the holes or perforations in the tube (Wells & Amos, 1994). At a given static pressure, air exiting a larger diameter hole will travel further than air exiting from a smaller diameter hole.

The desired throw distance will be determined by how high the tube is located above the floor and how far to the side the air needs to travel. Our guidelines are to achieve "still" air at a point approximately 1.2 meters above the floor. The location of the discharge holes is specified by clock positions such as 5:00 and 7:00, or 4:30, 6:00, and 7:30, which are dependent on the height to the bottom of the tube from the floor, and the desired width of the throw pattern. The throw distances to desired points of still air are calculated using trigonometry, and the diameters of the discharge holes are sized based upon these distances and the estimated static pressure within the tube.

These calculations require the use of principles of fluid mechanics that are beyond the scope of this paper. Training sessions on how to design positive pressure tube systems using the Positive Pressure Tube Calculator© spreadsheet are offered periodically through The Dairyland Initiative Workshops. A list of trainees can be found at https://thedairylandinitiative.vetmed.wisc.edu/professionals/industry-contacts/.

Because of limitations of "throw distance" of air jets from the tubes, there should be one fan and tube for approximately every 9 to 11 m of building width with the tubes running parallel to the length of the barn. While there are general recommendations to limit the length of individual tubes to 30 m, we have monitored excellent performance of properly designed tubes extending to 85 m.

The tubes can be made of a variety of materials that range from very inexpensive clear polyethylene, moderate cost woven polyethylene or vinyl, and relatively expensive PVC or drainage pipe. Each material has advantages and disadvantages related to cost, durability, and flexibility in options for discharge hole sizing and location. We find the best overall value in the moderately priced woven polyethylene tubes that are supported with double-cable supports on each side of the tube. These tubes cost between $16 to $40 USD per linear m, depending largely on the diameter of the tube.

Other Barn Design Features Important for Successful Ventilation

Narrow barns

Narrow barns are easier to ventilate by wind forces in warm weather. Our experience is that both narrow and wide barns can be quite successful in cold weather when supplemented with positive pressure tube systems, but barns wider than 12 m are less successful in warm and hot weather when ventilated by natural forces. The owners frequently want to install additional mechanical ventilation for the summer.

In addition, it is easier to limit the spread of disease from calf to calf in a longer narrow barn. In a very narrow barn with a single-row of calf pens, new calves are placed in freshly cleaned pens, and there is usually a space between them and the oldest calves in the barn. In barns with two rows of pens, both rows can be filled simultaneously and parallel, similar to a single-row calf barn, leaving the new arrivals in freshly cleaned pens with a few empties between them and the oldest calves about to be weaned. In barns with three or more rows, the situation usually presents where vulnerable young calves are directly across a service alley from older calves that are potentially shedding pathogens.

Spacing between individual barns

The naturally ventilated building must be spaced so that winds can enter the open sidewalls in warm weather. Barriers that block winds are called wind shadows and can include adjacent buildings, earthen banks, woodlots, and even seasonal cornfields approaching full height. One approach to calculating the minimal distance (D_{min}) between naturally ventilated buildings is the following equation (Holmes, 1989):

D_{min} = 0.4*(height of obstruction, m)*[(length of obstruction, m)0.5], or 0.4*height*(√ length).

For example, the recommended spacing away from a structure that is 4 m high and 29.3 m long is 15.6 m apart.

Low permanent sidewalls topped with wide spaces that can be opened or closed

To optimize natural ventilation in warm weather, sidewalls

should be sufficiently open to allow winds to easily enter the barn. Minimal sidewall height is related to barn width. In general, 3.7 m should be viewed as the minimal sidewall height for buildings less than 13 m in width, but reaching 4.3 m in buildings of 18 m in width or greater. The sidewall should be fitted with retractable curtains, preferably split so that all air does not have to enter above the top of the curtain.

We prefer a minimal solid sidewall for naturally ventilated calf barns of approximately 60 cm above the floor. During warm weather when the sidewall curtains are fully open, the low sidewall allows wind to move directly into the calf pens and maximize ventilation. A traditional sidewall height of 1.0 to 1.2 m may prevent winds from reaching the calf pens, particularly if the air temperature of the wind is higher than the interior temperature of the barn. Especially problematic is when warm exterior winds pass over the high solid wall, fail to drop into the calf pen, but travel across the calf barn and carry away any fresh air emerging from a positive pressure ventilation tube. In this situation, the traditional high solid wall interferes with both natural and positive pressure tube ventilation.

If an existing barn has a traditional high solid sidewall, ventilation of the calf pens can be improved by mounting a "baffle board" on the sidewalls to deflect winds downward into the pens. The baffle board can be as simple as a wide plank of 20 to 25 cm hinged to support posts, positioned just above the concrete sidewalls, and held on a downward angle using cables from the board to the rafters.

Individual calf pens separated 1.0 m from the outside wall

When the temperature inside the barn is warmer than the outside temperature, air entering through the eaves will fall at relatively high "draft" speeds into calf pens adjacent to the outside walls. Because of this phenomenon, it has been a common practice in cold climates to place a cover over individual calf pens during the winter. However, our field study showed that a pen cover was associated with tremendous increases in total airborne bacteria counts, which was a risk factor for respiratory disease[1]. While a cover can eliminate the draft, it also ensures that the air quality in the pen will become very poor. Neither the draft nor the cover is desirable.

The optimal solution is to separate the pen from the outside wall with a walkway about 1.0 m wide. There should be a solid vertical rear panel about 50 to 60 cm high between the calf and the outside walkway. Cold air can fall over the curtain and into the walkway without chilling the calf. If the outside walkway is impossible to install, an acceptable solution is to close the eave on the windward side of the barn and install a well-designed positive pressure tube system that delivers four air changes per hour on a non-stop basis. The pens will be ventilated sufficiently by the tube system, and the curtain sidewall can be opened slightly for natural ventilation when the extreme conditions have passed.

Solid side panels with mesh panels on front and rear of pen

In the field trial reported in Lago *et al.*, the prevalence of respiratory disease was reduced with lower airborne bacterial counts in the pens by greater depth of loose bedding, and the presence of a solid panel between each calf. However, the solid panels between each calf tended to increase the airborne bacterial counts, a confounding finding. Because of this finding, we have recommended solid panels between each calf, or every other calf, and the use of positive pressure tube systems to deliver fresh air between the solid panels.

With the open front and rear panel, there is greater opportunity for breezes to move through the pens in warm weather when the sidewall curtains are open. Solid panels on all sides of a calf pen create extreme impediments to natural ventilation. We have done investigative work in open-sided calf barns during the summer where solid panels on all sides of the calf pen prevented prevailing winds from ventilating the pen, and the wind would pass over the top of the pen and carry away the air discharge from the positive pressure tube before it reached the pen.

Use of Positive Pressure Tube Systems in Other Types of Barns

Open-front weaned heifer barns

This paper has been focused on use of positive pressure tube systems in naturally ventilated nursing calf barns. However, weaned calf barns are another important risk area for calf respiratory disease that also benefit from supplemental positive pressure tubes. We have designed systems for many open front heifer barns with curtained rear walls and have many clinical reports of reduced risk of post weaning respiratory problems.

Retrofitted closed barns that formerly held adult cows

Many tie-stall and stanchion barns that used to house milk cows have been converted to house nursing calves. Positive pressure tube systems can make major improvements in respiratory health of calves in these barns. Again, low ceiling heights are frequently a challenge. To provide enough head room for the calf caregivers, it is common to locate rows of air diffusion tubes over each row of stalls to avoid obstructions in the central service alley.

A special problem arises in these barns in hot weather. Many of these barns have older "wind-tunnel" ventilation systems designed to move air from an inlet on one end and down the barn to the other end at speeds of 1 m/s or more. If the individual calf pens are separated with solid panels, those panels effectively prevent the tremendous air flow from ventilating the individual calf. Positive pressure tubes also fail under these circumstances as the air discharged from the tube is caught up immediately by the air stream traveling over the solid panels. We have demonstrated this finding repeatedly in these wind-tunnel barns. Wind-tunnel ventilation systems are incompatible in the same room with tube systems.

The preferred solution to this problem is to install higher capacity tube systems in hot weather. They could be installed along the outer walls of the barn when the pens are serviced from the central alley. A cumulative rate of about 15 to 20 air changes per hour (ACH) is usually viewed as satisfactory in these situations.

Other acceptable solutions utilize negative pressure ventilation for the hot weather season with slot inlets running along one side of the barn and high capacity exhaust fans on the opposite wall. The solid panels between the calves are parallel to the general air flow within the barn and are compatible. When calculating the overall ACH, it is important to remember that the cfm from the positive pressure tube is not added to the cfm of the negative pressure exhaust fans. The air from the positive pressure fan will be exhausted by the negative pressure fans. The total ACH will equal the capacity of the larger of the two systems, not the sum of both.

CONCLUSION

Our experiences in the past decade have shown us that calf barns designed and constructed using the techniques described in this paper can produce calves as healthy as those raised in hutches, and they also improve the working conditions of the calf caregivers. More information about youngstock housing can be found on The Dairyland Initiative website at https://thedairylandinitiative.vetmed.wisc.edu/.

REFERENCES

1. Bates DW, Anderson JF. Calculation of Ventilation Needs of Confined Cattle. 1979. JAVMA 174: 581-589.
2. Holmes, B., Bickert, W. and Brugger, M., 1989. MWPS-33 natural ventilating systems for livestock housing. Ames (IA): Midwest Plan Service, Iowa State University, pp.1-31.
3. Jorgensen, M., Adams-Progar, A., de Passillé, A., Rushen, J., Godden, S., Chester-Jones, H., and Endres, M., 2017. Factors associated with dairy calf health in automated feeding systems in the Upper Midwest United States. J. Dairy Sci., 100(7), pp. 5675–5686.
4. Lago A, McGuirk S, Bennett T, Cook N, Nordlund K. 2006. Calf Respiratory Disease and Pen Microenvironments in Naturally Ventilated Calf Barns in Winter. J. Dairy Sci. 89: 4014–4025.
5. Nordlund, K.V. and Halbach, C.E., 2019. Calf Barn Design to Optimize Health and Ease of Management. Veterinary Clinics: Food Animal Practice, 35(1), pp.29-45.
6. USDA. National Resources Conservation Service. Wind Rose Resources. https://www.wcc.nrcs.usda.gov/ftpref/downloads/climate/windrose/wisconsin/
7. Wathes CM, Jones CDR, Webster A JF. 1983. Ventilation, air hygiene and animal health. Vet. Rec. 113: 554–559.
8. Wells CM, Amos ND. 1994. Design of Air Distribution Systems for Closed Greenhouses. Acta Horticulture 361: 93-104.

OTRAS CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTABLOS PARA TERNEROS PARA MINIMIZAR LAS ENFERMEDADES

Ken Nordlund, DVM,

INTRODUCCIÓN

Basado en 12 años de práctica veterinaria privada y 25 años como clínico universitario, he investigado cientos de brotes de enfermedades de terneros. Una de las verdades que surge de los miles de detalles sobre la etiología infecciosa, la nutrición, la inmunología, los tratamientos es que el medio ambiente o el alojamiento de los terneros es, con mucha frecuencia, uno de los principales contribuyentes a los problemas. Este trabajo se centrará en los factores de alojamiento, distintos de la ventilación, que han sido útiles para mejorar la salud de los terneros.

DENSIDAD DE POBLACIÓN

La densidad de población es el determinante más importante de la calidad del aire en un establo para terneros (Wathes *et al.*, 1983), y tiene un gran impacto en la calidad y humedad de la superficie de la cama sobre la que se encuentran los terneros. Basados en estudios de densidad bacteriana en el aire (Lago *et al.*, 2006), recomendamos que los establos para terneros proporcionen un mínimo de 3.3 m^2 de área de cama por ternero, sin incluir el área del pasillo de servicio.

Mientras que las discusiones sobre la densidad generalmente se centran en el área, el volumen del establo también es un factor. En un estudio de establos de terneros ventilados naturalmente en Wisconsin, el volumen promedio del establo por ternero fue de aproximadamente 36.8 m^3, con un rango de 17 a 85 m^3 (Lago *et al.*, 2006). En nuestra opinión clínica, si el volumen del establo es menor de 17 m^3 por ternero, se deben hacer esfuerzos para reducir la densidad de terneros en el establo.

ESTABLOS DE TERNEROS "TODO DENTRO, TODO FUERA"

Los establos de terneros ideales tendrán múltiples corrales o cuartos que permiten una gestión "todo dentro, todo fuera", donde el establo está despoblado entre ciclos de terneros. El establo se limpia, se desinfecta y se deja secar sin animales en su interior durante aproximadamente una semana. El siguiente ciclo comienza y los establos se llenarán durante un período de tiempo planificado, preferiblemente durante un período de tres semanas o menos. Aunque se llama "todo dentro, todo fuera", una descripción más precisa sería "goteo dentro, pequeños grupos fuera" Una vez que el establo está lleno, otro establo que ha sido limpiado y secado comienza a acoger terneros. Los terneros permanecen en el establo original hasta el destete, después de lo cual el establo es vaciado para otra limpieza y descanso.

Los sistemas "todo dentro, todo fuera" proporcionan al menos dos beneficios significativos para la salud. En primer lugar, los terneros muy jóvenes no están expuestos directamente a terneros mayores que pueden estar emitiendo patógenos infecciosos. En segundo lugar, la capacidad de limpiar y dejar que un establo se seque durante una semana entre usos parece ser una herramienta poderosa para romper los ciclos de las enfermedades infecciosas.

ESTABLOS PARA TERNEROS CON CAPACIDAD SUFICIENTE PARA EVITAR EL EXCESO DE POBLACIÓN

Al diseñar los establos para terneros, nuestra prioridad es evitar el exceso de población, tanto para evitar los efectos adversos inmediatos sobre la salud de los terneros, como para evitar riesgos para los grupos futuros de terneros que podrían verse expuestos a infecciones crónicas que comenzaron durante un período anterior con exceso de población.

El primero de los tres pasos necesarios para calcular el tamaño del establo de terneros es hacer una estimación del número promedio de terneros que entrarán al establo por semana, basado en el tamaño del hato. En nuestra industria, generalmente nacen más terneros por año que el número de vacas en el rebaño debido al número de novillas que entran y de vacas de desecho que salen del rebaño sin completar una lactancia completa. Típicamente, este número es el 110% del tamaño total del rebaño, incluyendo vacas lactantes y vacas secas. De este número, se resta el porcentaje que se calcula de terneros nacidos muertos. Si los terneros machos no entran en el establo, el número total de terneros vivos nacidos se multiplica por el porcentaje de terneras hembras. El uso de semen sexuado aumentará este porcentaje desde el supuesto tradicional del 50%. El número resultante de terneros lactantes puede ser dividido por 52 semanas para estimar el número promedio de terneros que entran al estable por semana.

El segundo paso para dimensionar el establo para terneros lactantes es dimensionarlo para acomodar la variación en el número de partos a lo largo del año. El método más sencillo es colocar un número fijo de terneros por semana en el establo y vender los que sobran, ya sean machos o hembras. Si la explotación prefiere quedarse con todos los terneros o todas las terneras nacidas vivas, tendrá que aumentar la capacidad para alojar los terneros cuando se producen picos en el número de partos. Suponiendo que la duración del ciclo de lactancia en establo sea de aproximadamente 10 semanas, un margen de aproximadamente un 10% hará frente a la mayoría de los picos de partos. Basado en lo dicho, multiplique el número de terneros que entran al establo por semana por 1.1 o 110%.

El tercer paso para el dimensionamiento es determinar la duración del ciclo del establo de terneros, que depende de varias decisiones. El elemento principal a determinar es la edad de destete, generalmente de 7 a 8 semanas. Una segunda cuestión de gestión es si los establos para terneros lactantes se gestionarán como salas "todo dentro, todo fuera" con un tiempo de inactividad. Por ejemplo, en una situación en la que cada establo se llena en un período de tres semanas, añadiríamos tres semanas a la edad de destete. Después del destete, muchas lecherías pueden querer dejar a los terneros destetados en el mismo lugar por unos cuantos días antes de moverlos a otro establo, normalmente de 3 a 4 días. En cuanto el último ternero sale del establo, el establo se limpia y desinfecta y se le da un período de tiempo para secarse o descansar antes de que comience otro ciclo de establo. Las recomendaciones generales para la duración de la fase de descanso varían ampliamente en las industrias ganaderas, y no hemos visto un ensayo revisado por pares. Ofrecemos la recomendación general de una a 1,5 semanas, siempre y cuando el establo permanezca ventilado durante el período de descanso, preferiblemente con tubos de ventilación de presión positiva. Por lo tanto, un ciclo de 13

semanas puede suponer que un ternero sea lactante durante 8 semanas con una aclimatación de 0.5 semanas después del destete, y que el establo se llene tres semanas y se limpie y se le permita descansar por 1.5 semanas.

Un enfoque menos deseable es tener un sistema de flujo continuo donde los terneros nuevos entran y los terneros destetados salen del establo casi todos los días. Los sistemas de flujo continuo no permiten la limpieza y el descanso de las instalaciones, y los terneros jóvenes entran en contacto con terneros mayores dentro del mismo espacio. Nuestra experiencia nos dice que es mucho más difícil detener los brotes de enfermedades infecciosas en los sistemas de flujo continuo. La preocupación negativa en relación con los establos *todo dentro - todo afuera* es que el establo está subutilizado a medida que se va llenando, y durante los períodos de limpieza y descanso. Aunque varía en función de la velocidad de llenado y el tiempo de reposo, los sistemas *todo dentro-todo fuera* exigen entre un 120 y un 140% de la capacidad de los establos de flujo continuo.

En resumen, para determinar la capacidad total necesaria para el sistema de establo para lactantes, multiplique el número de terneros que entran al establo por semana por el factor de sobrepoblación estacional por el número de semanas en el ciclo del establo para lactantes. Este valor proporciona la capacidad total de los establos. En el caso de los sistemas *todo dentro, todo afuera*, este número total debe dividirse en un número fijo de establos individuales. Los sistemas óptimos parecen tener cuatro o más establos para terneros lactantes individuales que permiten una gestión *"todo dentro, todo fuera"*.

SISTEMAS DE CRIANZA INDIVIDUALES VERSUS POR PAREJAS VERSUS EN GRUPO

Los terneros criados en la industria lechera norteamericana se crían típicamente en corrales o becerreras individuales, en gran medida debido a la percepción de un mayor aumento de peso, una menor incidencia de enfermedades y una reducción de problemas de comportamiento como la lactancia cruzada (Chua *et al.*, 2002). Sin embargo, estas conjeturas han sido cuestionadas y ahora parece que es preferible criar a los terneros lactantes en parejas que vez de individualmente. Con tasas de crecimiento equivalentes durante el período de lactancia, los terneros emparejados pasan por la fase de destete con menos contratiempos que los terneros criados solos (Chua *et al.*, 2002: Vieira et al, 2010). Costa *et al.* (2015) mostraron que las parejas establecidas a los 6 días de edad superaron a los terneros criados de manera individual o a las parejas establecidas a los 43 días de edad, mientras que Jensen *et al.* (2015) encontraron que la ventaja de la tasa de crecimiento se encuentra en parejas sobre los terneros individuales sólo en tasas más altas de alimentación con leche.

Más recientemente, el desarrollo de alimentadores de grupo automatizados ha despertado el interés en el alojamiento de terneros lactantes en grupos más grandes. La literatura anterior tendía a examinar las relaciones entre el tamaño del grupo y la salud (Svensson & Liberg, 2006), mientras que estudios más recientes han examinado el tamaño del grupo como uno de los varios factores de riesgo asociados con la salud de los terneros (Jorgensen et. al., 2017). Un hallazgo consistente es que los grupos más grandes de terneros están asociados con un mayor riesgo de enfermedad, especialmente enfermedades respiratorias.

Svensson & Liberg (2006) recomendaron que los terneros criados en grupo se mantuvieran en corrales de menos de 10 terneros. En contraste, los expertos de la industria sugieren hoy que se puede lograr excelentes resultados en salud y crecimiento en grupos de 20 a 25, pero el número máximo estaría interrelacionado con otros factores de gestión de la granja. Existe un consenso de que el aumento en el número de terneros en los grupos presenta un mayor riesgo de enfermedad y muerte de los terneros. Otros factores asociados con el éxito de alojar los terneros en grupos incluyen la gestión del calostro, la edad de entrada al corral, el rango de edad dentro del corral, la cama y el drenaje, la calidad del aire y la ventilación, la calidad y cantidad de la leche, la higiene del equipo de alimentación y las prácticas de detección y tratamiento de enfermedades, entre otros. La gerencia de la explotación debe estar segura de que cada uno de estos factores de riesgo puede ser gestionado consistentemente a un nivel excelente antes de construir establos con capacidad para 25 terneros por corral.

LECHO DE LA SUPERFICIE DE REPOSO EN DIFERENTES CONDICIONES TÉRMICAS

Las superficies de descanso con lechos profundos son críticas para los terneros muy jóvenes en climas fríos. La zona termoneutral de los terneros recién nacidos es de 10 a 26°C, pero disminuye a 0 a 23°C al mes de edad (Wathes et al, 1983). Un ternero recién nacido acostado sobre un suelo desnudo a 7°C perderá la temperatura corporal interna si no tiene ningún tipo de apoyo térmico. El lecho de paja profundo permite al ternero acumular una capa de calor dentro de la cama y minimizar la pérdida de calor. La Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad de Wisconsin desarrolló un sistema de puntuación para evaluar la suficiencia del lecho llamado "Nesting Score" (Lago et al). Es una simple evaluación visual de la pierna trasera de un ternero acostado en la cama. Si toda la pierna es visible, el Nesting Score es 1. Si la pierna está parcialmente tapada por el lecho, el Nesting Score es 2. Si la pata trasera está completamente tapada por el lecho, el Nesting Score es 3, que es la puntuación deseada para un clima frío. Las mantas para terneros, que equivalen a una unidad en el Nesting Score en nuestra opinión clínica, se utilizan a menudo para proporcionar calor adicional. Por lo tanto, la provisión de un lecho profundo o moderado junto con las mantas para terneros son factores importantes en la prevención de enfermedades respiratorias en los terneros durante el clima frío.

La paja es el material de lecho preferido para los terneros cuando la temperatura cae por debajo de los 10°C, pero es costosa en algunos lugares. Algunas explotaciones lecheras han utilizado con éxito copiosas cantidades de lecho en los establos de terneros y encuentran que el lecho está relativamente limpio después de su uso y que se puede utilizar posteriormente el lecho en establos para terneros en crecimiento o para novillas de un año de edad. En climas más cálidos, muchos otros materiales de cama son satisfactorios e incluyen la arena, paja picada, cáscaras de arroz y otros. En general, no estamos de acuerdo con la crianza de terneros lactantes sobre rejillas metálicas o de cemento.

DRENAJE

Para mantener un lecho profundo y suave es fundamental que el corral tenga un buen drenaje para que la orina, la leche derramada y el agua puedan salir del corral en lugar de empapar el lecho. Se consigue un excelente drenaje utilizando una capa de grava de aproximadamente 0,5 m de profundidad por debajo de la zona del lecho. La zona debe estar provista de baldosas de drenaje que conduzcan a un colector en el exterior del establo para terneros. Con esta base, los ganaderos normalmente se encuentran con que la cantidad de paja que necesitan para mantener un lecho equivalente es la mitad de lo que se usa para mantener los lechos sobre superficies de cemento. La baldosa

se cubre con grava y el lecho se aplica sobre la grava. No se debe usar arena en lugar de grava, ya que el lecho de paja se mezcla con la arena a medida que los terneros caminan sobre ella. Para evitar que los cargadores de patín se atasquen, se puede colocar una grava de diámetro más grande. De lo contrario, un suelo de hormigón ligeramente inclinado con una pendiente de al menos el 2% que conduce a uno o más canales de drenaje de 30 a 90 cm de ancho permite que las cargadoras de patín se desplacen sobre las tiras de hormigón.

A veces se plantea la duda sobre las dificultades o la imposibilidad de desinfectar las zonas de drenaje de grava, especialmente en el caso de enfermedades entéricas, como la Salmonella. Nuestra experiencia ha sido mixta; varias lecherías han usado drenajes de grava durante más de una década sin problemas clínicos, mientras que otras han tenido problemas de enfermedades entéricas. Hasta donde sabemos, ninguno de los problemas de enfermedad entérica ha sido definitivamente ligado a la grava.

Si la superficie debajo del lecho debe ser de hormigón macizo, es necesario abordar tres cuestiones en relación con la pendiente del suelo. En primer lugar, es necesario inclinar el suelo para que los líquidos salgan del corral lo más eficientemente posible con una pendiente mínima del 2%, equivalente a 6 cm por 3 m. En segundo lugar, los líquidos que se mueven desde el corral no deben entrar en un área expuesta al tráfico peatonal de los cuidadores de los terneros. Tercero, la pendiente debe evitar que el agua utilizada en los pasillos de servicio se drene hacia el corral y el lecho. Esto se puede lograr con un pasillo central de trabajo con zócalo y un canalón en la parte delantera del corral de los terneros. El corral puede estar inclinado hacia la parte delantera, o preferiblemente inclinado hacia la parte trasera donde puede haber un segundo canalón de drenaje. Los canales de desagüe deben estar diseñados para llevar los líquidos a los puntos de recolección en el exterior del edificio.

ORIENTACIÓN DE LOS ESTABLOS

En los corrales de grupos grandes, los terneros pueden moverse a áreas sombreadas durante la media tarde o al final de la tarde. Por el contrario, un ternero confinado a un corral cerca de una pared exterior puede ser incapaz de encontrar sombra cuando el sol está relativamente bajo en el cielo de la tarde. Por lo tanto, es importante orientar los establos con corrales individuales de terneros hacía el Este-Oeste.

DISEÑO DEL ESTABLO PARA MAXIMIZAR LA EFICIENCIA LABORAL Y REDUCIR LA TRANSMISIÓN DE ENFERMEDADES

Las consideraciones de comodidad para los cuidadores de los terneros se encuentran entre las principales razones para construir establos para terneros. Los establos pueden ser diseñados para hacer el trabajo más cómodo y minimizar el riesgo de que los trabajadores transmitan enfermedades entre terneros o grupos de terneros. Las salas para la preparación de la leche, la limpieza del equipo, el mantenimiento de registros y otras tareas deben contar con un control de la temperatura para proporcionar comodidad a los cuidadores. Los cuartos de trabajo y la zona de los terneros deben estar bien iluminados para que los cuidadores puedan ver claramente lo que están haciendo. Basado en unas directrices generales para los centros de ordeño (Chastain, 1992), la sala de preparación de la leche y de limpieza de los biberones debe tener un nivel de iluminación de 1,076 lumen/m^2 y el área de alojamiento de los terneros debe ser de al menos 215 lumen/m^2.

Para evitar que el calzado se convierta en un fómito para la transmisión de enfermedades, es importante que los suelos sólidos no se desagüen a las zonas por donde transitan los cuidadores. Si se utilizan salas o establos separados para los sistemas “todo dentro, todo fuera”, las zonas de entrada pueden ser delimitados y equipados con baños desinfectantes para los pies.

El establo para terneros también debe estar diseñado para que los cuidadores puedan sujetar fácilmente a los terneros para su examen y posible tratamiento. Aunque es fácil de hacer en corrales para terneros individuales o en parejas, una puerta giratoria que permite a una persona atrapar y sujetar a un ternero en un grupo grande hace que el proceso de sujeción sea más fácil. Tener una báscula para pesar a los terneros permite monitorizar el crecimiento de los terneros con precisión.

BIBLIOGRAFÍA

En la versión inglesa

ENGLISH VERSION ▾

OTHER FEATURES IN CALF BARNS TO MINIMIZE DISEASE

Ken Nordlund, DVM,

INTRODUCTION

Based upon 12 years of private veterinary practice and 25 years as a University clinician, I have investigated hundreds of calf disease outbreaks. One of the truths that emerge from the thousands of details about infectious etiology, nutrition, immunology, treatment practices, and such is that the environment or housing of the calves is very frequently a major contributor to the problems. This paper will focus on housing factors other than ventilation that have been helpful to improving calf health.

STOCKING DENSITY

Stocking density is the single most important determinant of air quality in a calf barn (Wathes *et al.*, 1983), and has a major impact on the quality and moisture of the bedded surface on which the calves lie. Based upon airborne bacterial density studies (Lago *et al.*, 2006), we recommend that calf pens should provide a minimum of 3.3 m^2 of bedded area per calf, not including the area of the service alley.

While density discussions usually focus on area, the volume of barn is also a factor. In a survey of naturally ventilated calf barns in Wisconsin, the average barn volume per calf was about 36.8 m^3, with a range of 17 to 85 m^3 (Lago *et al.*, 2006). It is our clinical opinion that if the barn volume is less than 17 m^3 per calf, efforts should be made to reduce calf density in the barn.

“ALL-IN, ALL-OUT” CALF BARNS

Ideal calf nurseries will have multiple barns or rooms that allow for “all-in, all-out” management where the barn is unpopulated between cycles of calves. The barn is cleaned, disinfected, and allowed to dry with no animals inside for about one week. The next cycle begins and will barns will fill over a planned period of time, preferably over a period of three weeks or less. Although called “all-in, all-out,” a more accurate description would be “trickle-in, small groups-out.” Once the barn is filled, another barn that been cleaned and dried begins to accept calves. The calves remain in the original barn until weaning, after which the barn is emptied for another cleaning and rest.

The “all-in, all-out” systems provide at least two significant health benefits. First, very young calves are not directly exposed to older calves that may be shedding infectious pathogens. Second, the ability to clean and let a barn dry out for a week between uses appears to be a powerful tool for breaking infectious disease cycles.

NURSERIES WITH SUFFICIENT CAPACITY TO AVOID OVER-

STOCKING

In designing nursing calf facilities, our number one priority is to avoid overstocking, both to avoid the immediate adverse effects on calf health, but also to avoid risks to future groups of calves that may be exposed to chronic infections that began during a prior period of overstocking.

The first of three steps to calculating the size of the nursery system is to estimate the average number of calves that will enter the nursery per week based on the herd size. In our industry, there are usually more calves born per year than the number of cows in the herd due to the number of heifers freshening and cull cows leaving the herd without completing a full lactation. Typically, this number is 110% of the total herd size including lactating and dry cows. From this number, the expected percentage of stillborn calves are subtracted. If the male calves do not enter the nursery, the total number of live calves born are multiplied by the percentage of female calves. The use of sexed semen will raise this percentage from the traditional 50% assumption. The resulting number of nursing calves can be divided by 52 weeks to estimate the average number of calves to enter the nursery per week.

The second step in sizing the nursery system is sizing to accommodate variation in calving throughout the year. The simplest approach is to place a fixed number of calves per week into the nursery and sell any extras, male or female. If the dairy prefers to admit all calves or all female calves born alive, it needs to build extra capacity into the nursery to accommodate the surges in numbers. Assuming a nursing barn cycle length of about 10 weeks, a cushion of about 10% will handle most calving surges. From above, multiply the number of calves entering the nursery per week by 1.1 or 110%.

The third step to sizing is to determine the calf barn cycle length which is dependent upon several management decisions. The major item to be determined is the age at weaning, usually 7 or 8 weeks. A second management issue is whether the nurseries will be managed as "all-in, all-out" rooms with down time. In an example situation where each individual barn fills over a period of three weeks, we would add three weeks to the weaning age. Following weaning, many dairies may want to leave the weaned calf in place for a few days prior to moving to another barn, commonly 3 to 4 days. After the last calf exits the barn, the barn is cleaned and disinfected and allowed a period to dry or rest before another barn cycle begins. While general recommendations for the length of the rest phase vary widely in the livestock industries, we have not seen a peer-reviewed trial. We offer the general recommendation of one to 1.5 weeks provided that the barn remains ventilated during the rest period, preferably with positive pressure ventilation tubes. So, a 13-week barn cycle may plan for a calf to be on milk for 8 weeks with a post-weaning acclimation of 0.5 weeks, and for the barn to fill in three weeks and be cleaned and allowed to rest for 1.5 weeks.

A less desirable approach is to have a continuous flow system where new calves enter and weaned calves leave the barn almost every day. Continuous flow systems do not allow for facility cleaning and rest, and there is exposure of younger calves to older calves within the same space. Our experience is that it is vastly more difficult to stop infectious disease outbreaks in continuous flow systems. The negative concern about all-in, all-out nurseries is that the barn is underutilized as it fills, and during the cleaning and rest periods. While it varies depending on fill rate and rest time, all-in, all-out systems demand about 120-140% the capacity of continuous flow barns.

In summation, to determine the overall capacity needed for the nursery system, multiply the number of calves entering the nursery per week times the seasonal overstocking factor times the number of weeks in the nursery barn cycle. This value provides the total capacity to be accommodated in the nurseries. For all-in, all-out systems, this total number should be divided into a fixed number of individual barns. The optimal systems appear to have four or more individual calf nurseries that allow for "all-in, all-out" management.

INDIVIDUAL VERSUS PAIR VERSUS GROUP RAISING SYSTEMS

Calves raised in the North American dairy industry have typically been raised in individual pens or hutches, largely because of a perception of higher weight gains, a lower incidence of disease, and a reduction of behavioral problems such as cross-sucking (Chua *et al.*, 2002). However, those assumptions have been challenged and it now appears that raising nursing calves in pairs is preferable to individually. With equivalent growth rates through the nursing period, paired calves go through the weaning phase with less setback than calves raised alone (Chua *et al.*, 2002: Vieira et al, 2010). Costa *et al.* (2015) showed that pairs established at 6 days of age outperformed calves raised as singles and pairs established at 43 days of age, while Jensen *et al.* (2015) found the growth rate advantage to be found in pairs over singles only at higher rates of milk feeding.

More recently, the development of automated group feeders has raised interest in housing nursing calves in larger groups. Earlier literature tended to examine relationships between group size and health (Svensson & Liberg, 2006), while more recent studies have examined group size as one of several risk factors associated with calf health (Jorgensen et. al., 2017). A consistent finding is that larger groupings of calves are associated with an increased risk of disease, especially respiratory disease.

Svensson & Liberg (2006) recommended that group-housed calves be maintained in pens of fewer than 10 calves. In contrast, industry consultants currently suggest that excellent health and growth performance can be achieved in groups of 20 to 25, but the maximum number would be interrelated with other on-farm management factors. There is a consensus that increasing group numbers presents an increased risk of calf disease and deaths. Other factors associated with the success of group housing include colostrum management, age at entry into the pen, age range within the pen, bedding and drainage, air quality and ventilation, milk quality and quantity, hygiene of feeding equipment, and disease detection and treatment practices amongst others. The farm management should be confident that each of these risk factors can be managed consistently at an excellent level before constructing barns to hold 25 calves per pen.

BEDDING OF THE RESTING SURFACE IN DIFFERENT THERMAL CONDITIONS

Deeply bedded resting surfaces are critical for very young calves in cold weather. The thermoneutral zone of newborn calves is 10 to 26°C, but drops to 0 to 23°C by one month of age (Wathes et al, 1983). A newborn calf lying on top of a bare floor at 7°C will lose core body temperature without some thermal support. Deep straw bedding allows the calf to build up a layer of heat within the bed and minimize heat loss. The University of Wisconsin School of Veterinary Medicine developed a scoring system to evaluate the sufficiency of bedding called "Nesting Score" (Lago et al). It is a simple visual evaluation of the visibility of the rear leg of a calf lying down in the bedding. If the entire leg is visible, it is scored as Nesting Score 1. If the leg is partially obscured by loose bedding, it is Nesting Score

2. If the rear leg is completely obscured by bedding, it is Nesting Score 3, the desired Nesting Score for cold weather. Calf jackets, which are equivalent to one unit of Nesting Score in our clinical opinion, are often used to provide additional warmth. So, the provision of deep bedding or moderate bedding plus calf blankets are important factors in preventing respiratory disease in calves during cold weather.

Straw bedding is the preferred bedding material for calves when temperature falls below 10°C, but is expensive in some locations. Some dairy operators have successfully used copious quantities of bedding in calf nurseries and find the bedding to be relatively clean after use in the nursery, and subsequently reuse the bedding in growing or yearling heifer barns. In warmer weather, many other bedding materials are satisfactory and include sand, chopped straw, rice hulls, and others. In general, we are not supportive of raising nursing calves on metal or concrete grids.

DRAINAGE

To maintain a deeply bedded surface, it is critical that the pen has good drainage so that urine, spilled milk, and water can move out of the pen rather than soak the bedding. Excellent drainage has been achieved using a tiled gravel bed approximately 0.5 m deep below the bedded area. The area should be fitted with drainage tiles leading to a collection area outside of the calf barn. With this base, operators typically report that the straw usage to maintain an equivalent bed is half that used to maintain beds over a concrete surface. The tile is covered with gravel and bedding is applied on top of the gravel. Sand should not be used in place of gravel as straw bedding becomes churned into the sand as calves walk on the surface. To avoid skid loaders getting stuck, a larger rock gravel can be laid down. Otherwise, a gently sloped concrete floor with a slope of at least 2% that leads to one or more drainage channels of 30 to 90 cm in width allows skid loaders to ride over the strips of concrete.

Concerns are sometimes raised about the difficulties or impossibility of disinfecting gravel drain areas, particularly with enteric disease such as Salmonella. Our experience has been mixed in that several dairies have operated gravel drains for more than a decade without clinical problems while others have had enteric disease problems. To our knowledge, none of the enteric disease problems have been definitively linked to the gravel.

If the surface below the bedding must be solid concrete, three issues need to be addressed through floor slopes. First, the floor needs to be sloped to move liquids out of the pen as efficiently as possible with a minimum of a 2% slope, equivalent to 6 cm per 3 m. Second, liquids moved from the pen should not move into an area exposed to the foot traffic of the calf caregiver. Third, the slope needs to prevent water used in service alleys from draining into the pen and bedding. This can be accomplished with a crowned central work alley and a gutter at the immediate front of the calf pen. The pen itself can be sloped toward the front of the pen, or preferably, sloped to the back of the pen with a second drainage gutter at the rear. Drainage gutters should be designed to carry liquids to collection points outside of the building.

ORIENTATION OF BARNS

In large group pens, the calves can move to shaded areas during mid- to late afternoon. In contrast, a calf confined to a pen near an outside wall may be unable to find shade when the sun is relatively low in the afternoon sky. Therefore, it is important to orient barns with individual calf pens in an East-West orientation.

BARN LAYOUT TO MAXIMIZE LABOR EFFICIENCY AND REDUCE DISEASE TRANSMISSION

Comfort considerations for calf caregivers are among the primary reasons to construct barns for calves. Barns can be designed to make work more convenient while minimizing the risk of workers transmitting disease between calves or groups of calves. Rooms for milk preparation, equipment cleaning, record keeping, and other tasks should be temperature controlled to provide comfort for the caregivers. Work rooms and the calf area need to be well-lighted so that caregivers can clearly see their tasks. Using general guidelines for milking centers (Chastain, 1992), the milk preparation and bottle cleaning room should have an illumination level of 1,076 lumen/m^2 and the calf housing area should be at least 215 lumen/m^2.

To avoid the potential of footwear becoming fomites for disease transmission, it is important that solid floors do not drain into areas trafficked by the caregivers. If separate rooms or barns are used for “all-in, all-out” systems, entrance sites can be limited and fitted with disinfectant footbaths.

The nursery should also be designed so that caregivers can easily restrain calves for examination and potential treatment. Although easily done in single or paired calf pens, a swing-gate that allows one person to catch and restrain a calf in a large group makes the restraining process easier. Having a scale to weigh calves allows calf performance to be monitored accurately.

REFERENCES

1. Chastain, J.P., 1992. Lighting requirements for the milking center. In Milking Centre Design, Proceedings from the National Milking Centre Design Conference (NRAES-66), Harrisburg, PA. Nov (pp. 17-19).
2. Chua B, Coenen E, van Delen J, and D. M. Weary. 2002. Effects of Pair Versus Individual Housing on the Behavior and Performance of Dairy Calves. J. Dairy Sci. 85(2):360–364.
3. Costa JH, Meagher RK, Von Keyserlingk MA, Weary DM. Early pair housing increases solid feed intake and weight gains in dairy calves. Journal of dairy science. 2015 Sep 1;98(9):6381-6.
4. Jensen, M.B., Duve, L.R. and Weary, D.M., 2015. Pair housing and enhanced milk allowance increase play behavior and improve performance in dairy calves. Journal of dairy science, 98(4), pp.2568-2575.
5. Jorgensen, M., Adams-Progar, A., de Passillé, A., Rushen, J., Godden, S., Chester-Jones, H., and Endres, M., 2017. Factors associated with dairy calf health in automated feeding systems in the Upper Midwest United States. J. Dairy Sci., 100(7), pp. 5675–5686.
6. Lago A, McGuirk S, Bennett T, Cook N, Nordlund K. 2006. Calf Respiratory Disease and Pen Microenvironments in Naturally Ventilated Calf Barns in Winter. J. Dairy Sci. 89: 4014–4025.
7. Svensson, C. and Liberg, P., 2006. The effect of group size on health and growth rate of Swedish dairy calves housed in pens with automatic milk-feeders. Preventive veterinary medicine, 73(1), pp.43-53.
8. Vieira, A. De Paula, M. A. G. Von Keyserlingk, and D. M. Weary. “Effects of pair versus single housing on performance and behavior of dairy calves before and after weaning from milk.” Journal of dairy science 93.7 (2010): 3079-3085.
9. Wathes, C.M., C.D.R. Jones, and A.J.F. Webster. 1983. Ventilation, air hygiene and animal health. Vet. Rec. 113:554-559.

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE LOS SISTEMAS DE VENTILACIÓN DE TUBOS DE PRESIÓN POSITIVA

Ken Nordlund, DVM,

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de ventilación con tubos de presión positiva se han vuelto muy populares en Norteamérica, y se están volviendo relativamente comunes en algunas partes de Europa y Asia. Debido a la demanda, no es raro encontrar sistemas de tubos de presión positiva mal diseñados, mal instalados y con un mantenimiento insuficiente. Las quejas generalmente incluyen un aumento en las tasas de enfermedades respiratorias. También es importante tener en cuenta que habrá brotes de enfermedades respiratorias en establos provistos con excelentes sistemas de ventilación con tubos de presión positiva. Las investigaciones de los brotes deben incluir evaluaciones de las tuberías, así como de los terneros, el manejo del calostro, las prácticas de trabajo, la nutrición y todos los demás factores de riesgo que podrían contribuir al problema. Dondequiera que los sistemas se vuelvan comunes, se necesitan personas capacitadas para inspeccionarlos y asegurar su correcto funcionamiento.

Este documento revisa los problemas comunes de los sistemas y describe un enfoque práctico que puede utilizarse para resolver problemas en estos sistemas. Este enfoque sería apropiado para un veterinario o el asesor de una explotación. Un ingeniero profesional podría aportar otras técnicas para resolver estos problemas, pero sería inusual que un ingeniero estuviera disponible para solucionar los problemas de los pequeños sistemas de ventilación en los establos de terneros.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA EXISTENTE Y DEL ESTABLO

La evaluación de un sistema de ventilación con tubos de presión positiva comienza con un examen físico del establo y de los componentes del sistema.

Primero, apunta las dimensiones del establo. Mida la longitud, anchura y altura interior y calcule el volumen interior. Es muy útil disponer de un distanciómetro láser digital para esta tarea. Hay muchos proveedores de este tipo de equipamiento, y a nosotros nos ha ido muy bien con los medidores de distancia Leica Disto.

Segundo, examine el ventilador en busca de señales de daños externos, acumulaciones de aceite y suciedad, y encuentre la placa de identificación del fabricante y el modelo y otros datos como los caballos de potencia. A partir de esta información, puede ir al sitio web del fabricante para obtener información específica sobre el ventilador.

Tercero, haga mediciones detalladas del tubo de distribución. Mida el diámetro de la sección transversal del tubo y la longitud. Apunte el número de filas de agujeros y la ubicación aproximada, descrita por la posición de las agujas del reloj vista desde el extremo del ventilador del tubo. Por ejemplo, puede haber tres filas de agujeros de descarga ubicados a las 4:00, 6:00 y 8:00 en punto. Mida el diámetro de la sección transversal de los agujeros en cada fila. Finalmente, cuente el número de agujeros en cada fila. Alternativamente, se puede medir la distancia entre agujeros y hacer una estimación del número total dividiendo la longitud total por el espacio entre ellos. Con esta información sobre el sistema, el inspector puede comenzar a evaluar el sistema.

¿TIENE EL VENTILADOR SUFICIENTE CAPACIDAD PARA EL ESTABLO?

Nuestra recomendación general es dimensionar el sistema para renovar el aire interior aproximadamente cuatro veces por hora. Nuestras primeras instalaciones se dimensionaron típicamente para renovar el aire 2 veces por hora, y el reemplazo de esos sistemas con unos de mayores dimensiones ha dado como resultado una mejor salud respiratoria. En los climas donde las temperaturas invernales no consiguen congelar el agua, la tasa mínima de intercambio de aire puede ser preferiblemente de 6-8 renovaciones de aire por hora.

Primero, determine el flujo de aire deseado para el establo o la sala. El volumen interior se multiplica por el número de cambios de aire deseados por hora, por lo que el volumen interior (m^3) se multiplica por 4/h para obtener la capacidad de ventilación deseada en m^3/h.

Si está evaluando un sistema existente, examine el/los ventilador(es) para determinar el fabricante y modelo y luego haga una búsqueda en la web del fabricante para saber la capacidad esperada de ventilación para ese modelo. Algunos fabricantes presentarán tablas de la capacidad del ventilador bajo diferentes niveles de presión estática. La mayoría de los tubos de presión positiva funcionan a unos 45 pascales de presión estática, por lo que se debe utilizar la potencia nominal del ventilador.

Si la capacidad del ventilador es de 3,5 o más cambios de aire por hora, el sistema se considera adecuado.

¿HAY RESTRICCIONES DEL FLUJO DE AIRE HACIA EL VENTILADOR?

Ocasionalmente, hay bloqueos que impiden que llegue suficiente aire al ventilador. Los ejemplos pueden incluir paja, hojas o bolsas de plástico que cubren la rejilla protectora alrededor del ventilador e impiden que el aire entre en el sistema.

A veces las campanas utilizadas para evitar que la lluvia y la nieve entren en el ventilador no tienen el tamaño suficiente. Para evaluar este problema, mida las dimensiones de la sección transversal de la campana y calcule la superficie. Divida la capacidad estimada del ventilador en m^3/h por la superficie de la sección transversal en m^2 para obtener la velocidad media del aire que pasa a través de la campana en m/h. Divida este valor por 3.600 para obtener la velocidad en m/s. Si la velocidad calculada es superior a 2,5 m/s, la velocidad es excesiva, y la campana debe ser sustituida por otra con una abertura mayor.

¿ESTA EL SISTEMA DE TUBOS RECICLANDO AIRE USADO?

Los sistemas de ventilación con tubos de presión positiva están diseñados para introducir SOLO aire fresco del exterior. En climas fríos, no es inusual que los instaladores coloquen un regulador de fluyo en el sistema que permite que el aire del establo sea recirculado, ya que creen que esta técnica hará que la temperatura del establo sea más cálida. Aunque el establo puede tener una temperatura más cálida, el aire también se contamina más y existe el riesgo de enfermedades respiratorias. Se debe evitar esta práctica.

¿ESTÁ EL TUBO DE DISTRIBUCIÓN VIBRANDO?

Un tubo de distribución que está vibrando cerca del ventilador tendrá una vida corta antes de que se rompa y se haga jirones como una bandera vieja. Además de reducir la vida útil del conducto, la vibración suele indicar una distribución desigual del aire a lo largo de la longitud del tubo. Hay tres pruebas diagnósticas que se deben realizar cuando se evalúa la vibración de un tubo:

Velocidad excesiva del aire en la parte proximal del tubo

En nuestra experiencia, la causa más común de la vibración es un diámetro de tubo inadecuado en relación con la capacidad del ventilador. Medir el diámetro del tubo redondo, expresado en metros, y calcular el área de la sección transversal del tubo utilizando la siguiente fórmula: área = πr^2. Encuentre el flujo de aire estimado del ventilador, expresado en m^3/h, y divida el flujo de aire del ventilador por el área para obtener una velocidad de aire estimada, expresada en m/h. Divida la velocidad en m/h por 3.600 para obtener la velocidad del aire expresada en m/s. Las pautas tradicionales sugieren que la velocidad del aire en el extremo proximal del tubo debe ser inferior a 12,1 m/s y probablemente superior a 10 m/s.

La ley de Bernoulli indica que la presión de velocidad más la presión estática a lo largo de la longitud interior del tubo es una constante. A medida que el aire sale del tubo a través de las perforaciones o de los orificios de descarga, el volumen por hora de aire que se mueve dentro del tubo disminuye al aumentar la distancia desde el ventilador. A medida que el flujo de aire disminuye según se desplaza por el tubo más allá de las perforaciones, la presión de velocidad disminuye y la presión estática aumenta a mayor distancia del ventilador. Cuando la presión de velocidad cerca del ventilador es excesiva, la presión estática se reduce y es insuficiente para mantener el tubo completamente abierto y tenso. Mucha gente verá un tubo que vibra y pensará que necesita un ventilador de mayor capacidad, pero esta sería exactamente la solución incorrecta ya que la presión de velocidad aumentaría aún más. Suponiendo que el ventilador tenga la capacidad adecuada para el establo, la solución es sustituir el tubo de distribución existente por uno de mayor diámetro.

Algunos tubos de distribución de presión positiva están hechos de materiales duros y no flexibles, como las tuberías de PVC. Mientras que la vibración no ocurre en esa situación, los diámetros insuficientes del tubo producirán la misma descarga desigual de aire a lo largo de la longitud del tubo. Hemos medido descargas desiguales multiplicadas por hasta 20 a lo largo de un tubo, con casi ninguna descarga de aire en los primeros 10 metros del tubo y grandes cantidades descargadas a de los últimos 10 metros. Este problema se considera un riesgo clínico en algunos establos de terneros.

Calcular la relación de apertura del tubo

La relación de apertura es quizás el mejor predictor de una descarga uniforme de aire desde los agujeros a lo largo de toda la longitud del tubo. La relación de apertura es el área acumulada de todos los orificios de descarga a lo largo de la longitud del tubo dividida por el área de la sección transversal del tubo (Wells & Amos, 1994). En nuestro trabajo de diseño, nos fijamos como objetivo una relación de apertura de 1,0, pero consideramos que la relación de hasta 1,2 es el límite superior aceptable. Las relaciones de apertura superiores a 1,2 se asocian con tasas de descarga muy desiguales a lo largo de la longitud del tubo, así como a la tendencia a causar vibraciones cerca del ventilador.

Evaluar la necesidad de un cono entre el ventilador y el conducto

Se han asociado los casos de vibraciones y el desgaste prematuro de los tubos de polietileno con la diferencia de diámetro entre la carcasa del ventilador y el material del tubo. La experiencia sugiere que el problema probablemente tenga que ver con diferencias de diámetro de 15 cm o más. Para evitar este problema, los diseñadores de tubos sugieren una conexión cónica entre la carcasa del ventilador y el tubo. La longitud de un cono de 10° es aproximadamente igual a 6 veces la diferencia entre el tubo y el ventilador. Por ejemplo, si el diámetro de la carcasa del ventilador es de 76 cm y el diámetro del tubo es de 96 cm, la diferencia es de 20 cm. Un conector cónico entre los componentes debe tener (6 veces 20 cm) 122 cm de longitud. Estos conos suelen estar equipados con una cremallera para conectar el cono al conducto de polietileno.

¿ESTÁ TODO EL TUBO FLÁCIDO?

Un tubo de distribución que está flácido o que cuelga parcialmente inflado se debe generalmente a una presión estática insuficiente dentro del sistema. Esto ocurre cuando hay un área neta demasiado grande de orificios de descarga en relación con la capacidad del ventilador. Las ecuaciones para calcular la presión estática y las velocidades de descarga del chorro de aire están fuera del alcance de este estudio. Si el tubo está blando o flácido cuando está en funcionamiento, debe ser rediseñado y reemplazado.

¿HAY UNA CORRIENTE DE AIRE AL NIVEL DE LOS TERNEROS? POR EL CONTRARIO, ¿EXISTE LA PREOCUPACIÓN DE QUE DEBERÍA HABER MÁS MOVIMIENTO DE AIRE?

Las dos quejas sobre los tubos de presión positiva que a veces hacen los trabajadores y gerentes de explotaciones lecheras. A veces hay expectativas de una corriente fuerte de aire y la gente piensa que el sistema no está funcionando correctamente. Nuestra respuesta es que, para los tubos de intercambio mínimo de aire durante todo el año, estamos buscando que entre un susurro de aire al microambiente alrededor del ternero, tan lento que se puede calificar como aire “en reposo” ya que se mueve a velocidades inferiores a 0,3 m/s. Otra preocupación es que la velocidad del aire sea excesiva, y esta queja generalmente se presenta cuando hace mucho frío y muchos trabajadores de la explotación quieren apagar los sistemas por completo.

La velocidad del aire a nivel de los terneros viene determinada principalmente por el diámetro del orificio de descarga y la distancia de los terneros del tubo. El aire sale bajo presión positiva del tubo a velocidades relativamente altas en forma de un “chorro de aire” La velocidad se disipa a medida que el aire del establo se mezcla con el chorro. Está fuera del alcance de este documento revisar las características físicas de los chorros de aire, pero una revisión de la terminología sería de interés.

El diámetro y la distancia de los orificios se diseñan a medida para cada instalación. El requisito fundamental es que el tubo entregue aire fresco a los terneros sin crear una corriente de aire frío. Los términos técnicos son “distancia de proyección” a “aire en reposo” El aire en reposo se define como el aire que se mueve a una velocidad inferior a 0.3 m/s[2](Wathes *et al.*, 1983). La distancia de proyección del aire de un tubo viene determinada por la presión estática dentro del tubo y por el diámetro de los orificios o perforaciones en el tubo[4]. A una presión estática dada, el aire que sale de un orificio de diámetro mayor viajará más lejos que el aire que sale de un orificio de diámetro menor.

La distancia de proyección deseada se determinará en función de la altura del tubo por encima del suelo y la distancia que deba recorrer el aire hacia un lado. Nuestras directrices consisten en conseguir que el aire esté “en reposo” en un punto situado aproximadamente a 1,2 metros por encima del suelo. La ubi-

cación de los orificios de descarga se especifica mediante las posiciones del reloj, por ejemplo, las 5:00 y las 7:00, o las 4:30, 6:00 y 7:30, que dependen de la altura desde el suelo hasta el fondo del tubo y del ancho deseado del patrón de proyección. Las distancias de proyección a los puntos deseados de aire en reposo se calculan usando la trigonometría, y los diámetros de los orificios de descarga se dimensionan en base a estas distancias y a la presión estática estimada dentro del tubo.

Estos cálculos requieren el uso de los principios de mecánica de fluidos que están más allá del alcance de este artículo. Las sesiones de formación sobre cómo diseñar sistemas de tubos de presión positiva utilizando la hoja de cálculo Positive Pressure Tube Calculator© se ofrecen periódicamente a través de los Talleres de la Iniciativa Dairyland (The Dairyland Initiative Workshops). Se puede encontrar una lista de los participantes en https://thedairylandinitiative.vetmed.wisc.edu/professionals/industry-contacts/.

RESOLUCIÓN PRÁCTICA DE PROBLEMAS RELACIONADAS CON LA VELOCIDAD DEL CHORRO DE AIRE A NIVEL DE LOS TERNEROS

Recomendamos evaluar los chorros de aire usando un anemómetro y haciendo una evaluación visual usando un dispositivo de nebulización de alto volumen.

Un anemómetro es un dispositivo utilizado para medir la velocidad del aire. Debido a que estamos midiendo velocidades de aire relativamente lentas, las mediciones precisas requieren de un anemómetro de “alambre caliente”. Hemos usado con éxito durante muchos años los Medidores de Velocidad de Aire TSI VelociCalc. Los anemómetros de tipo vaneómetro de menor coste no son adecuados para hacer mediciones de baja velocidad.

Para evaluar la velocidad del aire a nivel de los terneros, se recomienda visualizar una línea recta a 1,2 metros por encima del lecho de los terneros. Recomendamos realizar una serie de 20 a 30 mediciones de velocidad de aire espaciadas cada medio metro a lo largo de la línea. De la serie de mediciones, las dos lecturas más altas se utilizan para representar la velocidad del chorro de aire justo por encima de los terneros. La mayoría de las mediciones se ignoran, ya que no se habrán realizado en los chorros de aire. Con nuestros diseños, intentamos producir sistemas en los que las velocidades máximas medidas utilizando el método anterior sean de aproximadamente 0,3 m/s. Si las velocidades son de 0.5 m/s o mayores, se pueden estar produciendo corrientes de aire que afectan a los terneros en reposo.

La segunda técnica es visualizar el chorro de aire introduciendo niebla en el sistema de tubos y observando los chorros de aire. Se pueden conseguir velas generadoras de humo, pero generalmente no generan suficiente niebla para ser vista en el establo. Nosotros usamos un nebulizador de insecticida alimentado con gas propano, pero usamos aceite mineral ligero en el nebulizador en lugar de insecticida. Hemos tenido éxito durante años con el nebulizador de propano para insectos, Burgess 1443. Normalmente se necesita una escalera para alcanzar el ventilador. Mientras un ayudante introduce una gran cantidad de humo en el ventilador, otra persona se coloca dentro del establo para visualizar los chorros de aire del tubo. Los chorros de aire emergerán bastante densos y rápidos, pero perderán su forma a cierta distancia del tubo y parecerán desvanecerse. El punto donde el cono se disipa y desvanece es donde se considera que el aire está en reposo. Si los conos de chorro de aire emergen y se disipan a 3 metros sobre el suelo, los chorros de aire son insuficientes para suministrar aire fresco al microambiente de los terneros. Si los conos están relativamente intactos al llegar al suelo, la velocidad del aire es probablemente excesiva. Si es así, el tubo debe ser rediseñado y reemplazado.

BIBLIOGRAFÍA

En la versión inglesa

ENGLISH VERSION

TROUBLE-SHOOTING POSITIVE PRESSURE TUBE VENTILATION SYSTEMS

Ken Nordlund, DVM,

INTRODUCTION

Positive pressure tube ventilation systems have become very popular in North America, and they are becoming relatively common in parts of Europe and Asia. Because of the demand, it is not uncommon to find positive pressure tube systems that are poorly designed, incorrectly installed, and insufficiently maintained. Complaints will usually include increased rates of respiratory disease. It is also important to realize that there will be outbreaks of respiratory disease in barns with excellent positive pressure tube ventilation systems. Outbreak investigations should include evaluations of the tubes, as well as the calves, colostrum management, treatment practices, nutrition, and all the other risk factors that could contribute to the problem. Wherever the systems become common, there is a need for skilled people to investigate them to assure proper function.

This paper reviews common problems in the systems and describes a practical approach that can be used in trouble-shooting the systems. The approach would be appropriate for a veterinarian or farm advisor. Professional engineers could bring other techniques to these problems, but it would be unusual for engineers to be available to troubleshoot small ventilation systems in calf barns.

DESCRIBE THE EXISTING SYSTEM AND BARN

An evaluation of a positive pressure tube ventilation system begins with a physical examination of the barn and the components of the system.

First, record the dimensions of the barn. Measure the interior length, width, and height and calculate the interior volume. It is extremely useful to have a digital laser distance meter for this task. There are many suppliers of this equipment, and we have had excellent performance from the Leica Disto Distance Meters.

Second, examine the fan for signs of external damage, accumulations of oil and grime, and find the identification plate for manufacturer and model and other data such as horsepower. From this information, you can usually go to the manufacturer website for specific information about the fan.

Third, make detailed measurements of the distribution tube. Measure the cross-sectional diameter of the tube and the length. Record the number of rows of holes and the approximate location, described by clock position as viewed from the fan-end of the tube. For example, there may be three rows of discharge holes located at 4:00, 6:00, and 8:00 o’clock. Measure the cross-sectional diameter of the holes in each row. Finally, get a count of the number of holes in each row. Alternatively, the distance between holes can be measured and the total number estimated by dividing the total length by the spacing. With this information about the system, the evaluator can begin to assess the system.

DOES THE FAN HAVE ENOUGH CAPACITY FOR THE BARN?

Our general recommendation is to size the system to provide

approximately four complete air changes of the interior air per hour. Our first installations were typically sized to deliver 2 air changes per hour, and replacement of those systems with larger one has typically resulted in improved respiratory health. In climates where winter temperatures do not freeze water, the minimal air exchange rate may preferably be 6-8 air changes per hour.

First, determine the desired air flow for the barn or room. The interior volume is multiplied by the number of desired air changes per hour, so the interior volume (m^3) is multiplied by 4/hr to yield the desired fan capacity in m^3/h.

If evaluating an existing system, examine the fan(s) as to manufacturer and model and then do a web search for the expected fan capacity for that model at the manufacturer website. Some manufacturers will present tables of fan capacity at different static pressure levels. Most positive pressure tubes operate at about 45 Pascals of static pressure, so that fan rating should be used.

If the fan capacity is capable of 3.5 or more air changes per hour, the system is considered to be adequate.

ARE THERE AIRFLOW RESTRICTIONS TO THE FAN?

Occasionally, there are blockages that prevent sufficient air from reaching the fan. Examples can include straw, leaves, or plastic bags covering the protective grid around the fan and preventing air from entering the system.

Sometimes hoods used to keep rain and snow from being drawing into the fan are insufficiently sized. To evaluate this issue, measure the cross-sectional dimensions of the hood the hood and calculate the area. Divide the estimated fan capacity in m^3/h by the cross-sectional area in m^2 to yield the average speed in air passing through the hood in m/h. Divide this value by 3,600 to yield the speed in m/s. If this calculated speed is greater than 2.5 m/s, the speed is excessive, and the hood should be replaced with another with a larger opening.

IS THE TUBE SYSTEM RECYCLING USED AIR?

The positive pressure tube ventilation systems are designed to introduce ONLY fresh air from the outside. In cold climates, it is not unusual for installers to place a damper into the system that allows air from the barn to be recirculated as they believe that the technique will make the barn warmer. While the barn may become warmer, the air also becomes more polluted and a risk for respiratory disease. The practice should be stopped.

IS THE DISTRIBUTION TUBE FLUTTERING?

A distribution tube that is fluttering near the fan will have a short life before it becomes torn and tattered like an old flag. In addition to reducing the life span of the duct, fluttering usually indicates an uneven distribution of air along the length of the tube. There are three diagnostic tests that should be completed when evaluating a fluttering tube:

Excessive speed of air in the proximal part of the tube

An inadequate diameter tube relative to the fan capacity is the most common cause of flutter in our experience. Measure the diameter of the round tube, expressed in meters, and calculate the cross-sectional area of the tube using the formula where area = πr^2. Find the estimated air flow from the fan, expressed as m3/h, and divide the fan air flow by the area to yield an estimated air speed, expressed as m/h. Divide the speed in m/h by 3,600 to yield the air speed expressed as m/s. Traditional guidelines suggest that the air speed in the proximal end of the tube should be less than 12.1 m/s and probably greater than 10 m/s.

Bernoulli's Law indicates that velocity pressure plus static pressure along the interior length of the tube is a constant. As air exits the tube through the perforations or discharge holes, the volume per hour of air moving within the tube decreases with increasing distance from the fan. As the air flow decreases as it travels down the tube past the perforations, velocity pressure decreases, and static pressure increases with greater distance from the fan. When the velocity pressure near the fan is excessive, static pressure is reduced and insufficient to hold the tube fully open and taut. Many people will look at a fluttering tube and think that it needs a higher capacity fan, but this would be exactly the incorrect solution as the velocity pressure would increase further. Assuming the fan has capacity appropriate for the barn, the solution is to replace the existing distribution tube with one with a greater diameter.

Some positive pressure distribution tubes are made of hard inflexible materials such as PVC pipe. While flapping does not occur in that situation, insufficient tube diameters will produce the same uneven discharge of air along the length of the tube. We have made measurements of uneven discharges of 20-fold along the length, with almost no air being discharged over the first 10 meters of the tube and huge amounts discharged from the furthest 10 meters. This problem is viewed as a clinical risk in some calf barns.

Calculate the Aperture Ratio of the tube

Aperture ratio is perhaps the single best predictor of uniform discharge of air from the holes along the entire length of the tube. Aperture ratio is the cumulative area of all the discharge holes along the length of the tube divided by the cross-sectional area of the tube (Wells & Amos, 1994). In our design work, we target an aperture ratio of 1.0, but consider ratio's up to 1.2 as the upper acceptable limit. Aperture ratio's higher than 1.2 are associated with highly uneven rates of discharge along the length of the tube, as well as the tendency for flapping of the fabric near the fan.

Evaluate the need for a tapered cone between the fan and the duct

Reports of flutter and premature wear of polyethylene tubes has been associated with the diameter difference between the fan housing and the fabric tube. Experience suggests the problem is most likely with diameter differences of 15 cm or more. To avoid the problem, tube designers suggest a 10 tapered connection between the fan housing and the full-diameter tube. The length of a 10° taper is roughly equal to 6 times the difference between the tube and the fan. For example, if the diameter of the fan housing is 76 cm and the tube diameter is 96 cm, the difference is 22 cm. A tapered connector between the components should be (6 times 20 cm) 122 cm in length long. These tapered cones would usually be fitted with a zipper to connect the cone to the polyethylene duct.

IS THE ENTIRE TUBE FLACCID?

A distribution tube that is flaccid or hangs partially inflated is usually due to insufficient static pressure within the system. This occurs when there is too great a net area of discharge holes relative to the fan capacity. Equations to estimate static pressure and air jet discharge speeds are beyond the scope of this paper. If the tube is soft or flaccid when running, it should be redesigned and replaced.

IS THERE A DRAFT AT THE CALF LEVEL? CONVERSELY, ARE THERE CONCERNS THAT THERE SHOULD BE MORE AIR MOVEMENT?

Two complaints about positive pressure tubes are sometimes

made by dairy farm workers and managers. Sometimes there are expectations of a blast of air and people suspect that the system is not working properly. Our answer is that for the year-around minimal air exchange tubes, we are looking for a whisper of air into the microenvironment around the calf, so slow as to qualify as "still" air by moving at speeds less than 0.3 m/s. Other concerns are that the air speeds are excessive, and this complaint usually comes during very cold weather when many dairy workers want to shut the systems down completely.

Air speed at the calf level is primarily determined by the diameter of the discharge hole and the distance of the calf from the tube. The air emerges under positive pressure from the tube at relatively high speeds as an "air jet." The speed dissipates as barn air becomes entrained into the jet. It is beyond the scope of this paper to review the physics of air jets, but a review of the terminology is appropriate.

The diameter and spacing of the discharge holes are custom designed for each installation. The fundamental requirement is that the tube delivers fresh air to the calves without creating a chilling draft. The technical terms are "throw distance" to "still air." Still air is defined as air moving at a speed of less than 0.3 m/s^2(Wathes *et al.*, 1983). The throw distance of air from a tube is determined by the static pressure inside the tube and by the diameter of the holes or perforations in the tube[4]. At a given static pressure, air exiting a larger diameter hole will travel further than air exiting from a smaller diameter hole.

The desired throw distance will be determined by how high the tube is located above the floor and how far to the side the air needs to travel. Our guidelines are to achieve "still" air at a point approximately 1.2 meters above the floor. The location of the discharge holes is specified by clock positions such as 5:00 and 7:00, or 4:30, 6:00, and 7:30, which are dependent on the height to the bottom of the tube from the floor, and the desired width of the throw pattern. The throw distances to desired points of still air are calculated using trigonometry, and the diameters of the discharge holes are sized based upon these distances and the estimated static pressure within the tube.

These calculations require the use of principles of fluid mechanics that are beyond the scope of this paper. Training sessions on how to design positive pressure tube systems using the Positive Pressure Tube Calculator© spreadsheet are offered periodically through The Dairyland Initiative Workshops. A list of trainees can be found at https://thedairylandinitiative.vetmed.wisc.edu/professionals/industry-contacts/.

PRACTICAL TROUBLESHOOTING OF AIR JET SPEEDS AT THE CALF LEVEL

We recommend evaluating air jets using an anemometer and making a visual assessment using a high-volume fogging device.

An anemometer is a device used to measure air speeds. Because we are measuring relatively slow air velocities, accurate measurements require a "hot-wire" anemometer. We have had excellent performance for many years from the TSI VelociCalc Air Velocity Meters. The lower cost vane-type anemometers are not suitable for low speed measurements.

To assess air velocity at the calf level, we recommend visualizing a straight line 1.2 meters above the calf beds. We recommend making a series of 20 to 30 air velocity measurement spaced every half-meter along the line. From the series of measurements, the highest 2 readings are used to represent the speed of the air jets just above the calves. Most of the measurements are ignored as they will not have been made in the actual air jets. In our design work, we try to produce systems where the highest speeds measured in the method above will be approximately 0.3 m/s. If the speeds are 0.5 m/s or greater, they may be producing drafts on the resting calves.

The second technique is to visualize the air jet by introducing fog into the tube system and watching the air jets. Smoke generating candles are available, but usually do not generate enough fog to be seen in the barn. We use a propane-gas powered insecticide fogger, but use lightweight mineral oil in the fogger instead of insecticide. We have gotten good performance for years from the Burgess 1443 propane insect fogger. Usually a ladder is needed to get near the fan. While an assistant delivers a large quantity of fog into the fan, another person stands inside the barn to visualize the air jets from the tube. The air jets will emerge quite dense and fast, but they will lose their form at at some distance from the tube and appear to drift off. The point where the cone dissipates and drifts is consistent with measurements of still air. If the air jet cones emerge and dissipate 3 meters above the floor, the air jets are insufficient to deliver fresh air into the microenvironment of the calves. If the cones are relatively intact at the floor, the air speed is probably excessive. If so, the tube should be redesigned and replaced.

REFERENCES

1. Wathes CM, Jones CDR, Webster A JF. 1983. Ventilation, air hygiene and animal health. Vet. Rec. 113: 554–559.
2. Wells CM, Amos ND. 1994. Design of Air Distribution Systems for Closed Greenhouses. Acta Horticulture 361: 93-104.

UN SOPLO DE AIRE FRESCO - SISTEMAS DE VENTILACIÓN Y REFRIGERACIÓN PARA GANADO LECHERO ADULTO

Nigel B. Cook MRCVS

La provisión de ventilación y refrigeración adecuadas en los edificios que albergan ganado lechero se ve dificultada por la gran variedad de estructuras de alojamiento utilizadas y por una serie de factores relacionados con los animales.

El ganado lechero se encuentra relativamente cómodo dentro de una zona termoneutral de entre 4 y 21ºC. Si bien el ganado adulto es tolerante al frío, le impacta negativamente el calor en condiciones que muchos humanos encontrarían cómodas. El impacto combinado de la temperatura y la humedad en la vaca se ha utilizado en el Índice de Temperatura y Humedad (THI) y las vacas lecheras lactantes parecen sufrir un impacto negativo en torno a un THI de 68.

Los sistemas de ventilación y refrigeración deberían ser diseñados para satisfacer las siguientes demandas:

1. Proporcionar las velocidades del aire objetivo en la zona ocupada por los animales,
2. Proporcionar suficientes cambios de aire por hora e intercambio de aire para evacuar el calor, la humedad, las partículas (polvo), los gases nocivos y las partículas transportadas por el aire del establo para mantener la salud de los animales,
3. Asegurar que el sistema de ventilación funcione igualmente bien en todas las estaciones del año
4. Proporcionar agua estratégicamente para humedecer el aire o rociar a la vaca para complementar el enfriamiento, dependiendo de las condiciones climáticas

Si el diseño del sistema logra estos cuatro objetivos, funcionará bien para el animal y el productor.

1. Velocidad objetivo del aire

El flujo de aire se ve afectado por la presencia de animales dentro de un establo, sea cual sea el sistema de ventilación que se utilice. El flujo de aire también se ve obstruido por tabiques y barreras ubicados en toda la instalación. Bajo condiciones de estrés por calor, las vacas adultas acostadas en cubículos experimentan aumentos de temperatura corporal de ~ 0.6ºC por hora y pronto alcanzan temperaturas corporales a las que la vaca debe permanecer de pie para poder refrescarse, lo que resulta en un tiempo de descanso muy reducido, poniendo a la vaca en mayor riesgo de cojera y otros problemas de salud. El reto es crear un ambiente en el espacio de descanso de la vaca que reduzca el índice de acumulación de calor. El primer reto al que debe enfrentarse cualquier sistema de ventilación es, por lo tanto, ¿cómo alcanzar la velocidad del aire deseada en el microambiente del animal? El enfoque de aumentar la tasa de ventilación de todo el espacio con la esperanza de que mejore la velocidad del aire en el área ocupada por los animales es defectuoso y puede ser contraproducente. Hay dos métodos principales a considerar. Primero, podemos forzar el aire hacia el espacio usando ventiladores y segundo, podemos redirigir el aire hacia el espacio usando un deflector o bafle.

Para los establos de vacas, tradicionalmente no hemos logrado proporcionar suficiente aire de movimiento rápido para ayudar a mantener a la vaca fresca en su espacio de descanso. Los ventiladores se han ubicado demasiado separados y montados demasiado altos por encima de las vacas, con un ángulo insuficiente para alcanzar una velocidad mínima de enfriamiento del aire (MCAS) de 1-2 m/s (200-400 pies/min) a nivel de reposo. A estas velocidades del aire, se ha demostrado que las vacas tienen una frecuencia respiratoria reducida en cualquier momento dado del THI y es probable que permanezcan acostadas durante períodos más prolongados. Entre los factores que determinan la elección del ventilador y la separación se encuentran la distancia de proyección y el valor nominal de CFM por vatio de potencia utilizado bajo una determinada presión estática. Los ventiladores deberían estar espaciados sobre cada fila de puestos y en ángulo para distribuir el aire de manera óptima a 2 m/s a tantos puestos como sea posible. Los deflectores también pueden usarse para desviar el aire hacia el espacio de descanso de la vaca para lograr velocidades de enfriamiento del aire. Dado que el movimiento del aire se ve afectado durante una corta distancia antes y después del deflector (~5m total), los deflectores se usan idealmente en los cubículos de cabeza a cabeza en un diseño de cubículos con ventilación cruzada, donde cada deflector puede influir en el flujo de aire a través de toda una hilera de cubículos.

2. Intercambio de aire

Una vez que se ha proporcionado la velocidad del aire objetivo en la zona ocupada por los animales, el resto del sistema de ventilación debe centrarse en un intercambio de aire suficiente para eliminar el calor, la humedad, los gases nocivos y los organismos aerotransportados del espacio del edificio.

Para los establos de vacas adultas, las tasas de cambio de aire en establos ventilados de forma natural suelen ser suficientes para el invierno a unos 4 cambios de aire por hora, siempre que los aleros abiertos se gestionen de forma adecuada. Las condiciones muy frías y ventosas presentan desafíos para el manejo de las cortinas y la congelación del estiércol en los callejones. Sin embargo, el intercambio de aire puede ser insuficiente durante el verano debido a las condiciones tranquilas con aire en calma, o a la disposición de la granja que crea una sombra de viento a favor del viento (generalmente N/NE en Norteamérica). Bajo estas circunstancias, puede que se prefiera la ventilación mecánica, y debe decidirse si el sistema debe ser o no un sistema híbrido; capaz de cambiar entre formas de ventilación natural y mecánica, o un sistema mecánico especialmente diseñado 24 horas del día, los 7 días de la semana. Las condiciones climáticas ayudarán a tomar esta decisión, ya que el mayor coste de un sistema híbrido -relacionado con la instalación de cortinas laterales y algún tipo de apertura de cumbrera controlada- sólo puede justificarse en climas más templados con inviernos fríos y veranos calurosos. Cuanto más cálido es el clima en todas las estaciones, más rentable es construir un establo con un sistema mecánico que proporcione ventilación durante todo el año. Estos sistemas se diseñan típicamente como ventilaciones de túnel - moviendo el aire longitudinalmente paralelo a los carriles de alimentación, o ventilaciones transversales - moviendo el aire perpendicularmente a los carriles de alimentación. Am-

bos sistemas tienen puntos fuertes y débiles en comparados en el cuadro adjunto. En general, los túneles de ventilación se adaptan más fácilmente a los tamaños de los rebaños <~2000 vacas, no deberían exceder los 500-600 pies de longitud y se debe especificar que proporcionen de 4-8 cambios de aire por hora en el invierno y 40 cambios de aire por hora en el verano. Los climas más templados se situarían en el extremo inferior de esta gama, mientras que los climas más cálidos se situarían en el extremo superior. Los sistemas también deberían proporcionar un mínimo de 1500 CFM por vaca a tasas de ventilación máximas. Los establos viejos ventilados naturalmente también son buenos candidatos para la conversión a sistemas de ventilación de túneles. Las ventilaciones cruzadas son más atractivas para los rebaños que construyen nuevas instalaciones con más de 2000 vacas, donde hay ahorros considerables en costes de construcción y operación de los ventiladores. Son adecuados para el uso de la tecnología de paneles de refrigeración evaporativos y el uso de deflectores para redirigir el flujo de aire hacia el espacio de descanso. Cabe señalar que los deflectores tienen la desventaja de que limitan el flujo de aire a través de la instalación, quedando atrapado el aire entre ellos, especialmente a bajas velocidades de flujo. Deberían especificarse de manera similar a los túneles de ventilación para asegurar un intercambio adecuado de aire, pero también debe enfatizarse que, al igual que con los túneles de ventilación, cuanto más lejos viaje el aire a través del granero, más difícil será predecir un flujo de aire estable hacia el ventilador de escape, especialmente cuando se utilicen deflectores fijos que impidan el flujo de aire.

3. Operación estacional

Los sistemas de ventilación deben funcionar igual de bien en todas las estaciones. El diseño de los tipos de intercambio de aire mínimo y máximo debe planificarse con un mapa detallado de cableado de los ventiladores que se utilizan y los que están apagados. Las entradas de aire y los ventiladores deben estar distribuidos uniformemente para igualar los patrones de flujo de aire entre las regiones del establo tanto como sea posible. Los ventiladores deben ser operados desde un sistema de control que monitorice la temperatura dentro del establo (corral) y posiblemente también la humedad.

Las entradas de invierno deben evitar que el aire entre directamente en la zona ocupada por los animales sin calentarse, a fin de evitar el enfriamiento de los ocupantes o la congelación del estiércol y del agua.

Una vez que se alcanza un ajuste mínimo y máximo, se debe diseñar una función de rampa que conmute efectivamente entre los dos extremos, asegurando al mismo tiempo un intercambio de aire suficiente en todo momento. Se pueden utilizar funciones de rampa lineal, escalonada y exponencial, con el objetivo de superar siempre la velocidad mínima requerida en todo momento - es preferible sobreventilar ligeramente que ventilar de menos.

4. Uso estratégico del agua

En climas de alta humedad, se debe utilizar agua caliente para empapar a las vacas. Esto puede hacerse de forma más eficaz en la zona de espera, donde podemos garantizar que el agua cae sobre la vaca. Los sistemas de remojo en línea de alimentación, los corrales de remojo o las estaciones de remojo en el corral o en los pasillos de salida de la sala de ordeño pueden utilizarse para complementar el remojo en el área de espera, pero el uso de agua debe ser moderado mediante el uso de tecnología de sensores ópticos, para garantizar que no se desperdicie agua. Remojar durante 0.75-1 min. cada 10-15 min. a 70ºF y 1-1.5 min. cada 5 min. a 80ºF son las duraciones típicas más utilizadas.

En climas cálidos de baja humedad, se puede utilizar agua para enfriar el aire antes de que llegue a la vaca. Los sistemas de nebulización o nebulización de alta presión probablemente sólo sean eficaces por debajo de una humedad relativa del 75% y se vuelven cada vez más eficaces con una humedad relativa más baja. Del mismo modo, las almohadillas de refrigeración por evaporación pueden utilizarse para enfriar el aire de forma eficaz a estos niveles y son ideales para sistemas de ventilación cruzada en los que se dispone de una entrada suficiente para la ubicación de las almohadillas.

ENGLISH VERSION

A BREATH OF FRESH AIR – VENTILATION AND COOLING SYSTEMS FOR ADULT DAIRY CATTLE

Nigel B. Cook MRCVS

The provision of adequate ventilation and cooling in buildings that house dairy cattle is challenged by the wide variety of different housing structures used and a number of different animal related factors.

Dairy cattle are relatively comfortable within a Thermoneutral Zone of around 4 to 21ºC. While adult cattle are cold tolerant, they are negatively impacted by heat under conditions that many humans would find comfortable. The combined impact on the cow of temperature and humidity has been used in the Temperature Humidity Index (THI) and lactating dairy cows appear negatively impacted at around a THI of 68.

Ventilation and cooling systems should be designed to meet the following demands:

1. Provide target air speeds in the animal occupied zone,
2. Provide sufficient air changes per hour and air exchange to exhaust the heat, moisture, particulate matter (dust), noxious gases and airborne particles from the barn to maintain animal health,
3. Ensure that the ventilation system operates equally well across all seasons
4. Provide water strategically to mist the air or soak the cow to supplement cooling, depending on the climatic conditions

If the system design achieves these four goals, it will function well for the animal and the producer.

1. Target Air Speed

The flow of air is impacted by the presence of animals within a barn – whichever system of ventilation is used. Air flow is also obstructed by partitions and barriers located throughout the facility. Under heat stress conditions, adult cows lying in freestalls undergo body temperature increases of ~ 0.6ºC per hour and soon reach body temperatures at which the cow must stand in order to cool, resulting in much reduced resting time, putting the cow at increased risk for lameness and other health challenges. The challenge is to create an environment in the cow's resting space which reduces the rate of accumulation of heat. The first challenge any ventilation system must meet is therefore – how to achieve target air speed in the animal's microenvironment? The approach of increasing ventilation rate of the entire space in the hope that it will improve air speed in the animal occupied area is flawed and may indeed be counter-productive. There are two main methods to consider. First, we can force the air into the space using fans and second, we can redirect the air into the space using a deflector or baffle.

For cow barns, we have traditionally failed to provide sufficient fast-moving air to help keep the cow cool in her resting space. Fans have been located too far apart and mounted too high above the cows, with insufficient angle to achieve a minimum cooling air speed (MCAS) of 1-2 m/s (200-400 ft/min) at resting level. At these air speeds cows have been shown to have reduced respiratory rates at any given THI and will likely remain lying for longer periods. Among the factors determining fan choice and spacing are throw distance and the rated CFM per watt of power used under a certain static pressure. Fans should be spaced over each row of stalls and angled to optimally distribute air at 2m/s to as many stalls as possible. Baffles may also be used to deflect air into the cow's resting space to achieve cooling air speeds. Since the air movement is influenced for only a short distance before and after the baffle (~5m total), baffles are most ideally used over head to head stalls in a cross ventilated barn design – where each baffle can influence air flow through an entire row of stalls.

2. Air exchange

Once target air speed has been provided in the animal occupied zone, the rest of the ventilation system must focus on sufficient air exchange to remove the heat, moisture, noxious gases and airborne organisms from the building space.

For adult cow barns air exchange rates in naturally ventilated barns are usually sufficient for the winter at around 4 air changes per hour, provided the open eaves are managed appropriately. Very cold and windy conditions do present challenges for curtain management and freezing manure in alleys. Air exchange may however be insufficient during the summer owing to quiet conditions with still air, or the layout of the farmstead creating a wind shadow downwind (usually N/NE in North America). Under these circumstances, mechanical ventilation maybe preferred, and it must be decided whether or not the system should be a hybrid system; capable of switching between forms of natural and mechanical ventilation, or a purpose-built mechanical system 24/7. Climatic conditions will help make this decision since the increased cost of a hybrid system – related to the installation of side wall curtains and some type of managed ridge opening, may only be justified in more temperate climates with cold winters and hot summers. The hotter the climate is across all seasons, the more cost effective it is to build a barn with a mechanical system which supplies ventilation all year round. Such systems are typically designed as tunnel vents – moving air lengthwise parallel to the feed lanes, or cross vents – moving air perpendicular to the feed lanes. Both systems have strengths and weaknesses compared in the attached table. In general, tunnel vent barns are more easily adapted to herd sizes <~2000 cows, should not exceed 500-600 feet in length and should be specified to provide 4-8 air changes per hour in the winter and 40 air changes per hour in the summer. More temperate climates would be at the lower end of this range, while hotter climates would be at the higher end. Systems should also provide a minimum of 1500 CFM per cow at maximum ventilation rates. Older naturally ventilated barns are also good candidates for conversion to tunnel ventilation systems. Cross vents are more attractive for herds building new facilities larger than 2000 cows, where there are considerable cost savings to building and fan operation. They are suited to the use of evaporative cooling pad technology and the use of baffles to redirect air flow into the resting space. It should be noted that baffles carry with them a disadvantage that they limit air flow through the facility, with air becoming trapped between them, especially at low flow rates. They should be specified in a similar manner to tunnel vent barns to ensure adequate air exchange, but it should also be emphasized that as with tunnel barns, the further the air travels across the barn the more difficult it is to predict stable air flow toward the exhaust fan, especially where fixed baffles are used which impede air flow.

3. Seasonal Operation

Ventilation systems should perform equally well across all seasons. The design for minimum and maximum air exchange rates should be planned with a detailed wiring map of which fans are used and which are switched off. Operating inlets and fans should be evenly distributed to equalize air flow patterns between regions of the barn as much as possible. Fans should be operated from a control system which monitors temperature within the barn (pen) and possibility humidity also.

Winter inlets should avoid allowing air to enter the animal occupied area directly without warming, in order to avoid chilling the occupants, or freezing the manure and water.

Once a minimum and maximum set up is achieved, a ramping function must be designed which effectively switches between the two extremes while ensuring sufficient air exchange at all times. Linear, step-wise and exponential ramping functions maybe used, with the goal to always exceed the minimum required rate at all times – it is preferable to over ventilate slightly than it is to under ventilate.

4. Strategic use of water

In high humidity hot climates water must be used to soak the cows. This may most effectively be done in the holding area where we can ensure that the water lands on the cow. Feedline soaker systems, soaker pens or soaker stations in the pen or in the parlor exit lanes can be used to supplement holding area soaking, but use of water should be moderated by the use of optic sensor technology – to ensure that water is not wasted. Soaking for 0.75-1 min every 10-15 mins at 70°F and 1-1.5 min every 5 mins at 80°F are typical durations used.

In low humidity hot climates, water may be used to cool the air before it reaches the cow. High pressure fogging or misting systems are likely only effective below a relative humidity of 75% and become increasingly effective at lower relative humidity. Similarly, evaporative cooling pads may be used to cool the air effectively at these levels and are ideally suited to cross ventilation systems where sufficient inlet is available for pad location.

ALIMENTAR A LAS VACAS LECHERAS CON METIONINA PROTEGIDA (RUMEN-PROTECTED METIONINA): EL IMPACTO EN EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y REPRODUCTIVO

Mateus Z. Toledo*, Randy D. Shaver*, Daniel Luchini†, y Milo C. Wiltbank*

**Department of Dairy Science, University of Wisconsin-Madison, Madison, WI*
†Adisseo, Alpharetta, GA 30022

INTRODUCCIÓN

La formulación de dietas de ganado lechero con aminoácidos (AA) ha sido un enfoque importante de los nutricionistas lecheros durante los últimos años. Gran parte de la investigación se ha dirigido a la mejora de los sólidos de la leche y al potencial de reducción del contenido de proteína cruda (PC) en las dietas lácteas, así como a la posibilidad de reducir los costes dietéticos y la liberación de nitrógeno al medioambiente (Vyas and Erdman, 2009; Sinclair *et al.*, 2014; Zanton *et al.*, 2014). Algunos AA limitan la producción óptima de leche, como lo demuestran los aumentos en el porcentaje de proteína de la leche y el rendimiento después de alimentar a los animales con AA protegidos específicos (Socha *et al.*, 2005; Ordway *et al.*, 2009; Vyas and Erdman, 2009; Patton, 2010; Lee *et al.*, 2012; Zanton *et al.*, 2014). Sin embargo, los efectos de alimentar el ganado con metionina protegida (RPM-Rumen Protected Methionine) según la literatura científica han sido algo inconsistentes, con una variación considerable en algunos resultados en la producción.

Además del papel en la síntesis de proteínas, muchos AA pueden tener efectos positivos en los procesos fisiológicos. A estos AA se les ha denominado "AA funcionales". La Met y la Arginina (Arg) son los "AA funcionales" más estudiados y el proceso fisiológico crítico que se ha vinculado a estos AA es la reproducción. Un concepto que hemos estado evaluando es que la metionina (Met) no sólo limita la producción de leche, sino que también podría ser potencialmente limitante para la reproducción en vacas lecheras lactantes. En mamíferos, un codón de Met se utiliza para la iniciación de la síntesis de proteínas, produciendo así un papel esencial para este AA en todos los aspectos de las funciones celulares de los mamíferos (Brosnan *et al.*, 2007; Metayer *et al.*, 2008). Este AA único también juega un papel en la síntesis de otras moléculas (por ejemplo, colina, poliaminas), la metilación del ADN, la regulación de la traducción, y el equilibrio antioxidante (Brosnan *et al.*, 2007).

El aumento de la eficiencia reproductiva puede mejorar el rendimiento económico de las operaciones lecheras comerciales al aumentar el número de vacas lecheras de alta producción en la parte ideal de la curva de lactancia, así como al mejorar las prácticas de sacrificio, aumentar el número de novillas de reemplazo, y reducir los costos de reproducción. Durante más de un siglo, los investigadores han intentado mejorar la productividad y la reproducción del ganado lechero mediante la optimización de las estrategias nutricionales (López-Gatius *et al.*, 2003; Wiltbank *et al.*, 2006; Chapinal *et al.*, 2012; Cardoso *et al.*, 2013; Garverick *et al.*, 2013; Carvalho *et al.*, 2014). Los investigadores se han centrado en optimizar la ingesta de energía y las puntuaciones del estado corporal de las vacas con el fin de mejorar la reproducción. Otros investigadores han intentado complementar los componentes nutricionales que pueden actuar como nutracéuticos, como los ácidos grasos poliinsaturados específicos, con el fin de mejorar los procesos que optimizarían la reproducción. Sin embargo, se ha puesto menos énfasis en los efectos de un AA específico en la reproducción del ganado lechero, particularmente el Met.

Muchos estudios han mostrado efectos reproductivos positivos mediante la suplementación de algún AA específico en animales monogástricos (Mateo *et al.*, 2007; Che *et al.*, 2013; Zeng *et al.*, 2013), sin embargo, sólo ha habido unos pocos estudios en rumiantes, particularmente en ganado lechero. En bovinos, los estudios previos han vinculado las concentraciones de Met con un desarrollo temprano óptimo y alteraciones dramáticas en la expresión génica, generalmente con una disminución de las concentraciones de ARNm específico en embriones tempranos en comparación con los embriones que crecen en un ambiente de Met reducido, ya sea in vitro o in vivo (Bonilla *et al.*, 2010; Ikeda *et al.*, 2012; Penagaricano *et al.*, 2013). Particularmente para la Met, a pesar de los estudios que vinculan a la Met con la producción de leche y los procesos reproductivos, nuestro grupo ha llevado a cabo una serie de estudios que evalúan los efectos de la alimentación con metionina protegida (RPM) en la producción de leche, incluyendo la producción de sólidos lácteos, la fertilidad y la pérdida de gestación en las vacas lecheras lactantes. Este resumen proporcionará una visión general de parte de la literatura científica y los resultados de estudios recientes llevados a cabo por nuestro grupo que proporcionan información sobre la nutrición con Met en el rendimiento productivo y en etapas específicas de la reproducción en vacas lecheras en lactación.

LOS EFECTOS DE LA ALIMENTACIÓN CON METIONINA PROTEGIDA EN EL RENDIMIENTO LECHERO Y EN LA PRODUCCIÓN DE PROTEÍNAS Y GRASAS LÁCTEAS

Los productos RPM han sido ampliamente estudiados en la literatura científica, siendo efectivos en el aumento de la Met en plasma, mostrando efectos positivos en la producción de proteína en leche, pero efectos inconsistentes en la producción de leche y de grasa láctea. La mayoría de los estudios encontraron una respuesta positiva en el porcentaje de proteína en leche en las vacas alimentadas con RPM dietética diariamente añadido superficialmente (Armentano *et al.*, 1997; Socha *et al.*, 2005; Rulquin *et al.*, 2006; Ordway *et al.*, 2009) o, alternativamente, con su incorporación en el RTM (ración total mezclada) (Leonardi *et al.*, 2003; Chen *et al.*, 2011). Sin embargo, algunos estudios no han reportado ningún aumento en el porcentaje de proteína en leche después de añadir los suplementos de RPM (Younge *et al.*, 2001; Davidson *et al.*, 2008; Broderick and Muck, 2009; Giallongo *et al.*, 2016). También se han observado au-

mentos en la producción de la proteína en leche, pero no con la misma consistencia que el porcentaje (Armentano *et al.*, 1997; Rulquin and Delaby, 1997; Lee *et al.*, 2012)de proteína en leche. Además, la mayoría de los estudios no han indicado cambios en la producción de leche (Leonardi *et al.*, 2003; Socha *et al.*, 2005; Benefield *et al.*, 2009; Ordway *et al.*, 2009), aunque unos pocos estudios reportaron un aumento en la producción de leche (Samuelson *et al.*, 2001; Lara *et al.*, 2006; Osorio *et al.*, 2013; Zhou *et al.*, 2016) y otros reportaron una disminución en la producción de leche (Rulquin and Delaby, 1997). El porcentaje de grasa láctea y su producción también han sido inconsistentes. Algunos estudios indicaron un aumento en el porcentaje (Samuelson *et al.*, 2001; Wang *et al.*, 2010) y la producción de la grasa láctea (Overton *et al.*, 1996; Samuelson *et al.*, 2001), mientras que otros no descubrieron ningún efecto (Leonardi *et al.*, 2003; Ordway *et al.*, 2009) o incluso resultados negativos para la grasa láctea después de la alimentación con RPM (Socha *et al.*, 2005).

Además, a lo largo de los años, se han utilizado diferentes metaanálisis para resumir los resultados de los estudios que evaluaron los efectos de las infusiones de Met en comparación con la alimentación de RPM o con estudios que sólo utilizaron una alimentación de RPM (Vyas and Erdman, 2009; Patton, 2010; Zanton *et al.*, 2014). Patton (2010) sólo investigaron los efectos de los productos RPM encapsulados en el rendimiento de las vacas y estudiaron los factores que podrían afectar los resultados. En general, los autores incluyeron 35 ensayos con 75 tratamientos e informaron de un promedio estimado del 2,35% de Met como porcentaje de proteína metabolizable (PM) en dietas en las que se administraron RPM. Los estudios recopilados mostraron un ligero aumento en la producción de leche de 0,02 kg/día. Además, la suplementación de RPM aumentó la producción de proteína en leche en 27 g/día y el porcentaje de proteína en leche en 0.07% de unidades. Sin embargo, el suplemento de RPM disminuyó marginalmente el porcentaje de grasa láctea en 0.01% de unidades y aumentó la producción de grasa láctea en 11 g/día. Además, la relación entre el Met metabolizable y la producción de proteína en leche se estimó en 7,5 g de proteína en leche por g de Met metabolizable.

De manera similar, Zanton *et al.* (2014), en un metaanálisis más detallado que también evaluó diferentes tipos de suplementos de RPM, determinó la relación entre la ingesta MET metabolizable y su efecto en la producción. Los autores evaluaron 64 ensayos, con respuesta de RPM en alimento (formas comerciales encapsuladas, Mepron y Smartamine, o el análogo Met [HMTBa]) con una respuesta de referencia de infusiones de DL-Met, y reportaron un rango de 1,97 - 2,11 % de Met como % de PM mientras que las dietas con HMTBa mostraron valores inferiores. En general, los autores encontraron una respuesta muy menor en la producción de leche, pero un aumento significativo de 0,07 - 0,08% de unidades de proteína en leche, excepto en el caso del HMTBa que no mostró ninguna respuesta. La infusión de Met y las formas dietéticas encapsuladas tuvieron una respuesta similar. La producción de proteína en leche mostró un aumento significativo en todos los casos de 13 a 35 g/día. Además, este metaanálisis mostró que la respuesta en la producción de proteína en leche resultaría en 2.23 g de proteína en leche por g de Met metabolizable, sin diferencias entre las formas de suplementación. A pesar de la inconsistencia de las respuestas relacionadas con la producción de leche y de grasa láctea, la producción de proteína en leche parece aumentar consistentemente con la suplementación con Met al compilar estudios en estos metaanálisis.

Nuestro grupo ha evaluado las respuestas a la RPM en tres estudios, algunos de los cuales utilizaron diseños experimentales que permitieron el uso de mayor número de vacas para aumentar la potencia estadística. En el primer experimento (Souza *et al.*, 2012a), las vacas lecheras de alta producción fueron bloqueadas por la paridad y la fecha de parto y asignadas aleatoriamente a dos tratamientos que diferían en el nivel de suplementación de metionina en la dieta: 1) Metionina (MET); dieta formulada para producir 2875 g de PM con 6.8 Lys % PM y 2.43 Met % PM; 2) Control (CON); misma dieta basal pero reemplazando ProVAAl Ultra por ProVAAL Advantage (sin Smartamine M agregado), formulada para producir aproximadamente 2875 g de PM con 6.8 Lys %PM y 1.89 Met %PM. El RPM se incorporó a la RTM. Medimos las concentraciones de metionina en plasma en este estudio y encontramos un efecto de la RPM en las concentraciones de Met en circulación (Control=16.8 µM vs. Suplementado con Met=22.9 µM). Se observó un aumento del ~0,17% en el contenido de proteína en la leche y una tendencia a tener un aumento de 40 g de producción proteico, aunque no se observaron efectos en el rendimiento lechero y en la producción de grasa láctea.

Un estudio (Toledo *et al.*, 2017a) de seguimiento realizado en una granja lechera comercial evaluó las efectos productivas y reproductivas a la RPM. Los objetivos del estudio fueron evaluar los efectos de la RPM añadido a la dieta de 30 ± 3 a 126 ± 3 DIM (61 días después de la IA a tiempo fijo; IATF). Los efectos reproductivos se expondrán en la sección siguiente. Se asignaron aleatoriamente a unas vacas Holstein (n = 309) para recibir una vez al día un añadido (top-dressing) de uno de los siguientes: 1) RPM, 21.2 g de Smartamine M (Adisseo Inc.) mezclado con 38.8 g de grano destilado seco (2.34 Met como % de Proteína Metabolizable) o 2) Control (CON), 60 g de grano destilado seco (1.87 Met como % de PM). El AA en plasma fue evaluado en un subconjunto de vacas durante la semana de la IA (65 ± 3 DIM) y en el primer diagnóstico de embarazo (97 ± 3 DIM). La producción mensual de leche fue evaluada incluyendo: rendimiento lechero, proteína en leche, grasa láctea, y el recuento de células somáticas. En comparación con la CON, las vacas tratadas con RPM habían aumentado la Met en plasma a las 6, 9, 12 y 18 horas después del añadido, con un pico a las 12 horas (52,4 vs 26,0 µM) y regresaron al valor base a las 24 horas. No observamos diferencias en la producción de leche (~41 kg/día). La alimentación con RPM aumentó el porcentaje de proteína en leche (~0.08 % unidades), aunque los efectos sobre la producción de proteína en leche no fueron significativos en este estudio. Se evaluó a un número bastante grande de vacas en este estudio; sin embargo, una limitación de nuestro estudio fue que las vacas fueron muestreadas sólo una vez al mes para determinar la composición de la leche. Además, observamos un aumento en el porcentaje de grasa láctea en las vacas multíparas (~0.31 % unidades), pero no en vacas primíparas.

Más recientemente, se llevó a cabo un estudio (Stangaferro *et al.*, 2017; Toledo *et al.*, 2017b) con 430 vacas multíparas alojadas en corrales de lactancia replicados de 16 vacas cada uno en dos lugares diferentes (Universidad de Wisconsin-Madison [UW] y Universidad de Cornell). Se evaluaron las respuestas a la alimentación con RPM desde tres semanas antes del parto hasta 112 DIM. Las vacas fueron reclutadas antes del parto y asignadas al azar a las dietas: UW: MET = alimentación con 12 y 27 g de RPM (Smartamine M, Adisseo Inc.), premezclados con 215 y 200 g de grano destilado seco, con 2,83 % y 2,57 % de Met como % de PM pre y postparto, respectivamente; y control (CON) = 227 g de grano destilado seco para ambos períodos, con 2,3 % y 2,08 % de Met como % de PM. Los tratamientos de Cornell fueron: MET = alimentación con 1.4 % de materia seca

(DM) de un suplemento de AA (LysAAmet; Perdue Agribusiness, Salisbury, MD) con RPM, 2.84 y 2.65 % de Met como % de PM antes y después del parto, respectivamente; y CON = 1.4 % de DM de un suplemento de AA sin metionina protegida del rumen, con 2.21 % de Met como % de PM para dietas pre y post parto. Todas las premezclas se incorporaron al RTM. Una ventaja de este estudio fue que en la UW se registró la producción de leche de las vacas individualmente a diario y se obtuvieron muestras de leche de todas las vacas individualmente en la primera, segunda y cada dos semanas durante dos días consecutivos durante los ordeños de a.m. y p.m. a lo largo del experimento, y los datos fueron agregados por semana. En Cornell, la producción de leche se registraba una vez a la semana y las muestras de leche de todas las vacas se recogían individualmente a la primera, segunda y cada dos semanas en tres ordeños consecutivos durante el día y también se agregaban los datos por semana. Las muestras fueron analizadas para grasa, proteína, lactosa, MUN y SCC mediante análisis infrarrojo. Cuando se combinan los resultados de UW y Cornell, no observamos ningún efecto en la producción de leche, lo cual concordaba con nuestros estudios previos, pero la alimentación con RPM aumentó el porcentaje de proteína en leche (~0.12 % unidades) y la producción de proteína en leche (40 g) además del porcentaje de grasa en leche (~0.09 % unidades), pero no la producción de grasa en leche. Todos estos estudios están de acuerdo con la literatura científica, que el Met es un AA que limita la producción de proteína en leche, y en algunos casos la producción de grasa en leche. Sin embargo, la producción de leche parece no verse afectada por la alimentación con RPM. Por lo tanto, nuestros grandes estudios, uno en una lechería comercial y el otro en dos rebaños de vacas lecheras en dos universidades importantes han proporcionado datos claros sobre las mejoras en la producción de proteína en leche y en los porcentajes de proteína en leche y grasa en leche en un gran número de vacas lecheras de alta producción.

AMINOÁCIDOS EN LA NUTRICIÓN Y REPRODUCCIÓN:

LOS EFECTOS DE LA ALIMENTACIÓN CON METIONINA PROTEGIDA EN EL DESARROLLO TEMPRANO DEL EMBRIÓN

La fertilización y los siguientes 3-5 días de desarrollo embrionario tienen lugar en el oviducto. El oviducto es un entorno especializado que proporciona los nutrientes y *embryokines* críticos (sustancias que son críticas para el desarrollo óptimo del embrión). Las necesidades de aminoácidos de este embrión joven se han determinado durante el cultivo in vitro de embriones bovinos (Steeves and Gardner, 1999; Lee *et al.*, 2004). Durante las primeras 72 horas de desarrollo embrionario sólo se necesitan los aminoácidos no esenciales y la glutamina. Durante las siguientes 72 horas de desarrollo del embrión, que es probable que ocurra en el cuerno uterino en lugar de en el oviducto, los 20 aminoácidos son necesarios para el desarrollo hasta la etapa de blastocisto y para la proliferación óptima de las blastómeras del embrión en desarrollo. Se han determinado las concentraciones de todos los aminoácidos en el oviducto y el cuerno uterino (Hugentobler *et al.*, 2007). Muchos aminoácidos se encuentran en concentraciones más altas en el líquido oviductal que en el plasma. De manera similar, algunas concentraciones de aminoácidos son más altas en el líquido uterino que en el plasma. No se ha realizado ningún estudio para evaluar cómo cambian las concentraciones de aminoácidos en el oviducto o útero después de aumentar los aminoácidos circulantes en el ganado. Por lo tanto, no está claro si el ambiente de aminoácidos alrededor del embrión temprano sería cambiado ya sea por la subalimentación o la sobrealimentación de aminoácidos específicos, particularmente la Met.

Se han realizado pocos estudios in vitro para determinar los requisitos precisos de la Met en el embrión bovino temprano (Bonilla *et al.*, 2010). Hubo una necesidad sorprendentemente baja de la Met (7 µM) para el desarrollo de embriones hasta la etapa de blastocisto para el Día 7, sin embargo, la cantidad óptima para el desarrollo hasta la etapa avanzada de blastocisto para el Día 7 era alrededor de 21 µM (Bonilla *et al.*, 2010). Las concentraciones de Met en el oviducto fueron de 39,7 µM en las vacas de carne que tenían una concentración circulante de 28,8 µM. Las concentraciones uterinas fueron de 25-29.7 µM con alguna variación según la etapa del ciclo estral. Así, los resultados de este estudio indicaron que el desarrollo de los embriones bovinos morfológicamente normales no requería concentraciones elevadas de Met (>21 µM), al menos durante la primera semana después de la fertilización.

Un estudio reciente (Ikeda *et al.*, 2012) evaluó si el metabolismo de la Met era necesario para el desarrollo normal de embriones bovinos. Los investigadores añadieron etionina o Met adicional a los cultivos de embriones bovinos. La etionina bloquea el metabolismo de la Met en la vía de un carbono (llamado antimetabolito de la Met) y por lo tanto bloquea los efectos "epigenéticos" de la Met. La etionina no bloqueó el desarrollo hasta la fase de mórula, sino que bloqueó el desarrollo hasta la fase de blastocisto (Control = 38,5%; Etionina = 1,5%). Por lo tanto, la Met desempeña un papel esencial en el desarrollo del embrión bovino de mórula a blastocisto, probablemente debido a un efecto epigenético.

Recientemente evaluamos el efecto de la suplementación con RPM en el desarrollo temprano del embrión en vacas (Souza *et al.*, 2012b) hiperovuladas. Utilizamos animales hiperovulados para tener suficiente poder estadístico mediante la evaluación de numerosos embriones con el fin de probar válidamente los efectos in vivo de la suplementación con Met en el desarrollo embrionario temprano en vacas lecheras en lactación. En este experimento, los animales fueron agrupados por número de partos y fecha de parto y asignados aleatoriamente a dos tratamientos que diferían en el nivel de Met dietético, pero niveles similares de Lys como % de PM. Como se mencionó en la sección anterior, desde el punto de vista de la producción de proteínas, la metionina parecía ser un factor limitante.

Nuestro interés principal fue el efecto de la Met suplementario sobre la calidad embrionaria. Evaluamos un total de 570 embriones en este experimento y no encontramos diferencias en la fertilización ni en la calidad de los embriones (Tabla 1). Por lo tanto, la suplementación con Met no alteró el desarrollo temprano del embrión o la producción de embriones in vivo, al menos en general.

Aunque la suplementación con Met durante las últimas etapas del desarrollo folicular y el desarrollo embrionario temprano puede no haber producido cambios morfológicos en el embrión temprano, es bien sabido que la Met, durante este periodo, puede tener efectos dramáticos sobre el epigenoma del embrión. Esto significa que los genes se pueden modificar de tal manera que no se expresen de la misma manera debido a la adición de grupos, generalmente grupos metilos al ADN celular. Por ejemplo, un estudio previo en ovejas restringió a los donantes de metilo al restringir la Met, vitamina B12 y folato antes y durante los primeros 6 días después de la reproducción. Luego transfirieron embriones de apariencia normal a las ovejas testigo y luego evaluaron a los corderos después del parto. Los embriones que se produjeron en condiciones de bajo Met produjeron corderos que tenían diferencias sustanciales en la presión arterial y la función inmunológica. Para probar esta idea en las vacas, eva-

luamos si los embriones que fueron recuperados de vacas que habían sido suplementadas o no con Met tenían diferencias en la expresión (Penagaricano *et al.*, 2013)génica.

Tabla 1. Efecto de la suplementación de RPM con Smartamine®, 1.4 sobre los parámetros reproductivos en vacas lecheras hiperovuladas en lactación.

	MET	**CON**	
número de vacas hiperovuladas	35	37	***Valor-P***
Número CL	17,0 ± 1,3	17,7 ± 1,5	0,90
Número de óvulos fecundados	6,5± 1,1	5,5 ± 0,9	0,56
% Óvulos fertilizados	74,7 ± 5,6	82,2 ± 3,8	0,27
Número de embriones transferibles	5,0 ± 0,9	4,3 ± 0,1	0,57
% Embriones transferibles	56,3 ± 6,5	62,5 ± 6,0	0,49
Número de embriones degenerados	1,5 ± 0,4	1,3 ± 0,4	0,75
% Embriones degenerados	18,5 ± 4,6	19,7 ± 4,7	0,83
% Degenerados de óvulos fecundados	25,1 ± 5,8	27,5 ± 6,0	0,74

El objetivo de esta parte del estudio fue evaluar el efecto de la suplementación con Met materna sobre el transcriptoma de los embriones bovinos preimplantados (Penagaricano *et al.*, 2013)... Solamente se agruparon y analizaron embriones de alta calidad de vacas individuales mediante una poderosa técnica que permite la evaluación de todos los genes que se expresan en estos embriones, llamada secuenciación de ARN. Sorprendentemente, la pequeña diferencia que produjimos en la Met circulante (ver sección anterior) produjo una diferencia sustancial en la expresión de los genes en el embrión. Un total de 10.662 genes fueron expresados significativamente en los embriones bovinos. Un total de 276 genes fueron expresados de manera diferente en embriones de vacas suplementadas o no con Met. La mayoría de estos genes fueron desactivados en embriones de vacas que fueron suplementados con Met. Esto sería de esperar ya que la suplementación con Met conduce a la metilación del ADN (recuerde la epigenómica nutricional) y esto inhibe la expresión de un gen hasta la etapa apropiada de desarrollo. Por lo tanto, la suplementación con Met pareció cambiar la expresión génica de una manera que puede conducir a mejores resultados de embarazo y a una mejor fisiología de la descendencia. Muchos de los genes están involucrados en la función inmunológica y en las etapas posteriores del desarrollo embrionario que pueden ser críticas para la progresión del embarazo y la función inmunológica normal después del nacimiento. Se necesitan estudios adicionales para determinar si estos cambios en la expresión génica conducen a cambios en el desarrollo del embrión, la reducción de la pérdida de gestación, y la alteración de la fisiología de la descendencia.

EFECTOS DE LA ALIMENTACIÓN CON METIONINA PROTEGIDA EN LAS ÚLTIMAS ETAPAS DE LA GESTACIÓN Y EN EL RENDIMIENTO REPRODUCTIVO

Un estudio particularmente interesante (Coelho *et al.*, 1989)C. N. D. utilizó suero de vacas lecheras en lactación en el medio para hacer crecer embriones de ratas hasta la etapa de pliegue neural (día 9.5 después de la reproducción). El desarrollo completo de estos embriones requiere suero y el desarrollo es normal en suero de rata. Cuando los embriones crecen en suero de vacas lecheras, el desarrollo embrionario es anormal (Tabla 2-Línea 1) cuando se mide como proteína total embrionaria, como pares de somitas, o como porcentaje de los embriones que son anormales (sin cierre del tubo neural, forma anormal, sin desarrollo de ojos y arcos branquiales). La suplementación de suero bovino con aminoácidos y vitaminas produjo un desarrollo normal (Línea 2). La suplementación solo con aminoácidos, pero no con vitaminas, produjo un desarrollo normal. La suplementación solo con Met fue suficiente para producir un desarrollo normal de los embriones de ratas en suero de vaca (Penúltima línea de la Tabla 2). En un experimento independiente, el uso de suero bovino con suplementación con RPM (110 g/día de Smartamine) también produjo un desarrollo embrionario normal. Por lo tanto, el suero bovino tiene concentraciones tan bajas de Met que se retrasa el desarrollo normal de los embriones de ratas.

Tabla 2. Efecto de la suplementación con varios componentes en el desarrollo de la fase de pliegue neural en embriones de ratas en suero bovino. Datos de (Coelho *et al.*, 1989)C. N. D.

Suero bovino con:	Proteína Embrionaria	Pares de Somitas	% Anormal
Ninguno	73,7 ± 8,6[a]	12,5 ± 1,3[a]	100%
Aminoácidos + vitaminas	130,0 ± 7,7[b]	21,5 ± 0,6[b]	0%
Aminoácidos	117,1 ± 8,5[b]	21,3 ± 0,2[b]	0%
Vitaminas	56,6 ± 5,76[a]	9,3 ± 0,8[a]	100%
Aminoácidos sin metionina	82,9 ± 8,7[a]	11,0 ± 0,7[a]	100%
Metionina	133,7 ± 5,5[b]	22,3 ± 0,4[b]	0%
Suero bovino suplementado con 110 g/día de Met protegida	135,2 + 9,1 (Estudio independiente)	No se ha medido	0%

Estas etapas de desarrollo ocurren en el ganado bovino durante la tercera y cuarta semana de gestación. El embrión continúa formando las características de una ternera y durante esta etapa el embrión bovino recibe la mayor parte de sus nutrientes de una placenta alojada en una estructura llamada saco vitelino. Los nutrientes del saco vitelino se derivan del líquido uterino (histotrofio uterino). Las primeras uniones cotiledonarias directas ocurren en el día 31-32 de gestación y estos placentomos eventualmente proveerán los nutrientes para el feto en desarrollo por difusión directa de la sangre de la madre. Estos placentomas se desarrollan completamente entre el día 32 y 60 de gestación.

No se han determinado los requerimientos de aminoácidos para todas estas diferentes etapas de desarrollo de gestación bovina. De hecho, no hemos podido encontrar estudios en la literatura científica que fueron específica y adecuadamente diseñados para evaluar los efectos de los aminoácidos específicos sobre la eficiencia reproductiva de las vacas lecheras en lactación. El mayor estudio (Polan *et al.*, 1991) combinó los resultados de 259 vacas en 6 universidades que evaluaron la administración de suplementos de RPM y RP-lisina. No detectaron efectos significativos sobre los días hasta el primer servicio, los servicios por concepción o el intervalo entre partos, aunque no proporcionaron detalles sobre las medidas reproductivas en cada grupo de tratamiento específico. Es obvio que se necesitan grandes estudios para evaluar válidamente los efectos de la suplementación de aminoácidos sobre las medidas de eficiencia reproductiva en vacas lecheras en lactación.

Nuestro grupo ha completado un estudio inicial (Toledo *et al.*, 2017a) en el que evaluamos el efecto de la suplementación con RPM sobre la eficiencia reproductiva en vacas lecheras en lactación. Los objetivos específicos del estudio fueron evaluar los efectos del añadido diario de RPM desde 30 ± 3 a 126 ± 3 DIM

(61 días después de la IA a tiempo fijo, IATF) en la producción de proteínas lácteas, el tamaño de las vesículas embrionarias y amnióticas, los embarazos por IA y la pérdida de la gestación en las vacas en lactación. El diseño experimental, los tratamientos y la producción se resumieron en la sección anterior. Sólo se utilizaron vacas sincronizadas (92,2 %) en el análisis final (n = 285). No hubo efectos del tratamiento sobre la P/IA en ningún diagnóstico de gestación. Sin embargo, la pérdida de la gestación fue mayor en las vacas multíparas en el grupo CON en comparación con las RPM de 28 a 61 días [19,6 % (10/51) vs. 6,1 % (3/49)] o de 32 a 61 días [8,9 % (4/45) vs. 0,0 % (0/46)], aunque no hubo efecto del tratamiento sobre la pérdida de la gestación en las vacas primíparas. De acuerdo con los datos sobre la pérdida de la gestación, la RPM aumentó el tamaño de las vesículas embrionarias y amnióticas el día 33 de la gestación en vacas multíparas, pero tuvo poco efecto sobre el tamaño embrionario en vacas primíparas (Tabla 3).

Tabla 3. Efecto de la alimentación con metionina protegida (RPM) en la morfometría ultrasonográfica de la vesícula amniótica y el embrión en el día 33 de la gestación.

		Vesícula Amniótica	Embrión			
Tratamientos	n	Volumen (mm^3)	n	Longitud de la grupa a la corona (mm)	Diámetro Abdominal (mm)	Volumen (mm^3)
Total						
CON	63	542,6 ± 25,7	69	10,5 ± 0,2	5,5 ± 0,1	167,1 ± 6,0
RPM	80	594,9 ± 30,6	82	11,0 ± 0,2	5,8 ± 0,1	201,2 ± 10,6
Valor-P		0,27		0,08	0,04	0,01
Primíparas						
CON	30	617,1 ± 39,3	34	10,5 ± 0,2	5,6 ± 0,2	171,6 ± 7,6
RPM	36	596,0 ± 37,0	38	10,9 ± 0,2	5,7 ± 0,2	191,9 ± 14,3
Valor-P		0,67		0,21	0,61	0,38
Multiparo						
CON	33	479,4 ± 29,4	36	10,6 ± 0,2	5,3 ± 0,1	162,7 ± 9,2
RPM	44	593,9 ± 46,0	44	11,0 ± 0,2	5,9 ± 0,2	209,3 ±15,6
Valor-P		0,04		0,22	0,02	0,009

Más recientemente, se realizó un estudio de seguimiento (Stangaferro *et al.*, 2018) de 430 vacas multíparas alojadas en corrales de lactancia replicados de 16 vacas cada uno y en dos lugares diferentes [University of Wisconsin - Emmons Blaine Dairy Research Center (UW**,** Arlington, WI) y en la University of Cornell - Dairy Unit of the Cornell University Ruminant Center (CU, Harford, NY)]. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la alimentación con RPM en la producción y reproducción desde tres semanas antes del parto hasta ~150 DIM (67 d después de la IA). Las vacas fueron inscritas antes del parto y asignadas aleatoriamente a dietas de tratamiento que diferían sólo en el nivel de Met como % de PM como se discutió en la sección de producción. Todas las vacas fueron sincronizadas mediante un protocolo Double-Ovsynch y criadas a 80 ± 3 DIM. Se tomaron muestras de sangre en días específicos para evaluar las concentraciones de suero y de la proteína B específica de la preñez (PSPB). Además, se recogieron muestras el día 18 para analizar los genes estimulados por interferón. El diagnóstico de la gestación por ultrasonografía se realizó mediante la detección de un conceptus viable en el día 32 después de la IA. Todas las vacas diagnosticadas como en gestación en el Día 32 fueron reexaminadas el Día 39 y el Día 67. Además, determinamos el tamaño amniótico y embrionario en los días 32 y 39 después de la IA. Los resultados preliminares que incluyen todas las vacas (de UW y CU) difieren de los resultados que fueron observados en el primer estudio. No hubo efecto del tratamiento sobre la P/IA en ningún diagnóstico de gestación [día 32 después de la IA basado en la ecografía; 48,6% (103/212) vs 49,1% (105/214)] consistente con los resultados del primer estudio. Sin embargo, a diferencia del primer estudio, tampoco hubo diferencias estadísticas en la pérdida de gestación entre las vacas CON y RPM [Día 32 a 67 después de la IA; 10,8 % (11/102) vs 6,7 % (7/105); para CON y RPM respectivamente]. Por lo tanto, las vacas de este segundo estudio tuvieron una menor tasa general de pérdida de gestación y sólo hubo una reducción numérica y no estadísticamente significativa en la pérdida de gestación. Es posible que las vacas en este segundo estudio no fueran tan deficientes en Met como las vacas en el primer estudio, al menos desde el punto de vista de la reproducción. También hubo una diferencia en el diseño experimental en el segundo estudio en comparación con el primero. En el segundo estudio, alimentamos con RPM a un gran número de vacas durante todo el período de transición hasta ~150 DIM y el RPM se incorporó en la RTM en lugar de añadir el RPM por encima (top-dressing) como en el primer estudio. El top-dressing produjo un pico agudo y robusto en las concentraciones de Met en circulación y esto puede haber producido un efecto más positivo en la reproducción en comparación con el nivel más constante, pero más bajo, de suplementación con Met que resultaría de añadir la RPM a la RTM. Se requiere investigación adicional para entender el metabolismo de la Met y sus efectos en el desarrollo embrionario y en la fertilidad de las vacas lecheras.

CONCLUSIONES

La alimentación con aminoácidos limitantes puede tener efectos sustanciales en el contenido y producción de proteína en leche, y nuestro trabajo sugiere que la suplementación con Met puede mejorar la eficiencia reproductiva. La alimentación de las vacas con RPM durante la primera etapa del desarrollo embrionario, hasta el día 7 después de la reproducción, no condujo a cambios morfológicos en los embriones, pero sí resultó en diferencias dramáticas en la expresión génica en el embrión. Además, la suplementación con RPM puede aumentar el tamaño del embrión en vacas multíparas y esto puede llevar a una reducción de la tasa de pérdida de gestación. Los resultados preliminares de nuestro estudio de seguimiento en vacas multíparas no encontraron que la alimentación con RPM redujera la pérdida en la tasa de gestación. Se necesitan estudios adicionales para comprender el metabolismo de la Met y evaluar si la suplementación con aminoácidos específicos en las vacas en lactación puede mejorar la supervivencia del embrión y el resultado de la gestación.

BIBLIOGRAFÍA

En la version inglesa

ENGLISH VERSION ▾

FEEDING RUMEN-PROTECTED METHIONINE TO DAIRY COWS: IMPACT ON PRODUCTIVE AND REPRODUCTIVE PERFORMANCE

Mateus Z. Toledo*, Randy D. Shaver*, Daniel Luchini†, and Milo C. Wiltbank*

* Department of Dairy Science, University of Wisconsin-Madison, Madison, WI

† Adisseo, Alpharetta, GA 30022

INTRODUCTION

Formulation of dairy cattle diets for amino acids (AA) has been an important focus of dairy nutritionists during the last several years. Much of the research has been directed at improvements in milk solids and the potential for reductions in content of crude protein (CP) in dairy diets and the possibility of reduced dietary costs and reduced excretion of nitrogen into the environment (Vyas and Erdman, 2009; Sinclair *et al.*, 2014; Zanton *et al.*, 2014). Some AA are limiting for optimal milk production as evidenced by increases in milk protein percentage and yield after feeding specific, rumen-protected AA (Socha *et al.*, 2005; Ordway *et al.*, 2009; Vyas and Erdman, 2009; Patton, 2010; Lee *et al.*, 2012; Zanton *et al.*, 2014). Nevertheless, effects of feeding rumen-protected methionine (RPM) reported in literature have been somewhat inconsistent, with considerable variation in some production responses.

Besides the role in protein synthesis, many AA can have positive effects on physiological processes. These AA have been termed "functional AA". Methionine (Met) and Arginine (Arg) are the most studied "functional AA" and the critical physiologic process that has been linked to these AA is reproduction. One concept that we have been evaluating is that Met is not only rate-limiting for milk production but that it could also potentially be limiting for reproduction in lactating dairy cows. In mammals, a Met codon is used for initiation of protein synthesis thus producing an essential role for this AA in all aspects of mammalian cellular functions (Brosnan *et al.*, 2007; Metayer *et al.*, 2008). Also, this unique AA plays a role in the synthesis of other molecules (e.g. choline, polyamines), DNA methylation, regulation of translation, and antioxidant balance (Brosnan *et al.*, 2007).

Enhancing reproductive efficiency can improve the economic performance of commercial dairy operations by increasing the number of high-producing lactating cows in the ideal portion of the lactation curve, as well as by enhancing culling practices, increasing numbers of replacement heifers, and reducing reproduction costs. Researchers for more than a century have attempted to enhance productivity and reproduction in dairy cattle by optimizing nutritional strategies (López-Gatius *et al.*, 2003; Wiltbank *et al.*, 2006; Chapinal *et al.*, 2012; Cardoso *et al.*, 2013; Garverick *et al.*, 2013; Carvalho *et al.*, 2014). Researchers have focused on optimizing energy intake and body condition scores of cows in order to improve reproduction. Other researchers have attempted to supplement nutritional components that may act as nutraceuticals, such as specific poly-unsaturated fatty acids, in order to enhance processes that would optimize reproduction. However, less emphasis has been placed on the effects of specific AA on reproduction in dairy cattle, particularly Met.

Many studies have shown positive reproductive effects with supplementation of some specific AA in monogastric animals (Mateo *et al.*, 2007; Che *et al.*, 2013; Zeng *et al.*, 2013), however, there have only been a few studies in ruminants, particularly dairy cattle. In bovine, previous studies have linked concentrations of Met with optimal early development and dramatic alterations in gene expression, generally decreasing concentrations of specific mRNA in early embryos compared to embryos growing in a reduced Met environment, either in vitro or in vivo (Bonilla *et al.*, 2010; Ikeda *et al.*, 2012; Penagaricano *et al.*, 2013). Particularly for Met, in spite of studies that link Met with milk production and reproductive processes, our group has conducted a series of studies evaluating the effects of feeding rumen-protected methionine (RPM) on milk production, including production of milk solids, fertility and pregnancy loss in lactating dairy cows. This review will provide an overview of some of the scientific literature and the results of recent studies from our group that provide insight into Met nutrition on productive performance and at specific stages of reproduction in lactating dairy cows.

EFFECTS OF FEEDING RUMEN-PROTECTED METHIONINE ON MILK YIELD, AND MILK PROTEIN AND FAT PRODUCTION

The RPM products have been extensively studied in the literature, many being effective in increasing plasma Met and showing positive effects on milk protein production, but inconsistent effects for milk yield and milk fat production. Most studies reported a positive response for milk protein percentage in cows either fed dietary RPM daily by top-dressing (Armentano *et al.*, 1997; Socha *et al.*, 2005; Rulquin *et al.*, 2006; Ordway *et al.*, 2009) and alternatively by incorporation into the TMR (Leonardi *et al.*, 2003; Chen *et al.*, 2011). However, some studies have reported no increase in milk protein percentage after supplementing RPM (Younge *et al.*, 2001; Davidson *et al.*, 2008; Broderick and Muck, 2009; Giallongo *et al.*, 2016). Increases in milk protein yield have also been observed, but not with the same consistency as milk protein percentage (Armentano *et al.*, 1997; Rulquin and Delaby, 1997; Lee *et al.*, 2012). In addition, most studies have reported no change in milk yield (Leonardi *et al.*, 2003; Socha *et al.*, 2005; Benefield *et al.*, 2009; Ordway *et al.*, 2009), although a few studies reported increased milk yield (Samuelson *et al.*, 2001; Lara *et al.*, 2006; Osorio *et al.*, 2013; Zhou *et al.*, 2016) and others reported decreased milk yield (Rulquin and Delaby, 1997). Milk fat percentage and yield have also been inconsistent. Some studies have reported increased milk fat percentage (Samuelson *et al.*, 2001; Wang *et al.*, 2010) and yield (Overton *et al.*, 1996; Samuelson *et al.*, 2001), while others reported no effect (Leonardi *et al.*, 2003; Ordway *et al.*, 2009) or even negative responses for milk fat after RPM feeding (Socha *et al.*, 2005).

Moreover, over the years, different meta-analyses have been used to summarize the results of studies that evaluated the effects of infusions of Met compared to feeding of RPM or studies that used only RPM feeding (Vyas and Erdman, 2009; Patton, 2010; Zanton *et al.*, 2014). Patton (2010) investigated only the effects of encapsulated RPM products on cow performance and studied factors that might affect responses. Overall, the authors included 35 trials with 75 treatments and reported an estimated average of 2.35% of Met as % of metabolizable protein (MP) in diets where RPM was fed. The compiled studies showed a slightly increased in milk yield of 0.02 kg/d. In addition, supplementation of RPM increased milk protein yield by 27 g/d and milk protein percentage by 0.07% units. However, RPM supplementation marginally decreased milk fat percentage by 0.01% units and increased milk fat yield by 11 g/d. Further, the relationship between metabolizable Met and milk protein yield was estimated to be 7.5 g of milk protein per g of metabolizable Met.

Similarly, Zanton *et al.* (2014), in a more detailed meta-analysis

that also evaluated different types of RPM supplements, determined the relationship between metabolizable Met intake and production response. The authors evaluated 64 trials, with response of fed RPM (encapsulated commercial forms, Mepron and Smartamine, or the Met analog [HMTBa]) with a reference response from DL-Met infusions, and reported a range of 1.97 - 2.11 % of Met as % of MP with the HMTBa fed diets showing lower values. Overall, the authors reported a very minor response in milk yield, but a significant increase of 0.07 – 0.08% units in milk protein percentage. The Infusion of Met and dietary encapsulated forms had similar response. Milk protein yield showed a significant increase for all the forms at 13 to 35 g/d. In addition, this meta-analysis showed that the response of milk protein yield would result in 2.23 g of milk protein per g of metabolizable Met, with no differences across forms of supplementation. Despite the inconsistency of responses for milk yield and milk fat production, milk protein production seems to consistently increase with supplementation of Met when compiling studies in these meta-analyses. Although some of the mixed responses reported could be probably due to differences in the different rumen protection technologies to deliver metabolizable methionine, it is now recognized that an adequate supply of metabolizable lysine is also necessary to achieve more consistent responses in milk components. Rumen protected AAs should not be viewed as a feed additive and their efficacy evaluated as such. They are simply another ingredient to use as tool in ration formulation to meet the requirements of methionine and eventually lysine which are the true drivers for maximizing best cost performance.

Our group has evaluated responses to RPM in three studies with some using experimental designs that allowed for a use of more cows to increase statistical power. In the first experiment (Souza *et al.*, 2012a), high-producing dairy cows were blocked by parity and calving date and randomly assigned to two treatments differing in level of dietary methionine supplementation: 1) Methionine (MET); diet formulated to deliver 2875 g of MP with 6.8 Lys % MP and 2.43 Met % MP; 2) Control (CON); same basal diet but replacing a high quality commercial blood product, ProVAAl Ultra by ProVAAL Advantage (Perdue Agribusiness, Salisbury, MD (no added Smartamine M, Adisseo Inc.), formulated to deliver approximately 2875 g of MP with 6.8 Lys %MP and 1.89 Met %MP. The RPM was incorporated into the TMR. We measured plasma methionine concentrations in this study and found an effect of feeding RPM on circulating Met concentrations (Control=16.8 µM vs. Met-supplemented=22.9 µM). We observed an increase of ~0.17% units for milk protein content and a tendency to have an increase of 40 g of protein yield, although no effects were observed for milk yield and milk fat production.

A follow-up study (Toledo *et al.*, 2017a) conducted on a commercial dairy farm evaluated productive and reproductive responses to RPM. The objectives of the study were to evaluate the effects of daily top-dressing with RPM from 30 ± 3 to 126 ± 3 DIM (61 d after timed AI; TAI). The reproductive effects will be discussed in the section below. Holstein cows (n = 309) were randomly assigned to receive once daily top-dressing with either: 1) RPM, 21.2 g of Smartamine M mixed with 38.8 g of dry distillers grains (2.34 Met as % of Metabolizable Protein]) or 2) Control (CON), 60 g of dry distiller's grain (1.87 Met as % of MP). Plasma AA were evaluated in a subset of cows on the week of AI (65 ± 3 DIM) and first pregnancy diagnosis (97 ± 3 DIM). Monthly milk production was evaluated including: milk yield, milk protein, milk fat, and somatic cell count. Compared to CON, cows treated with RPM had increased plasma Met at 6, 9, 12 and 18 h after top-dressing with a peak at 12 h (52.4 vs 26.0 µM) and returned to basal by 24 h. We observed no differences in milk yield (~41 kg/d). Feeding RPM increased milk protein percentage (~0.08 % units), although effects on milk protein yield were not significant in this study. A fairly large number of cows were evaluated in this study, however, one limitation of our study was that cows were sampled only once per month for milk composition. In addition, we observed an increase in milk fat percentage in multiparous cows (~0.31 % units), but not in primiparous cows.

More recently, a study (Stangaferro *et al.*, 2017; Toledo *et al.*, 2017b) was conducted with 430 multiparous cows housed in replicated lactating pens of 16 cows each in two different locations (University of Wisconsin-Madison [UW] and Cornell University). We evaluated RPM feeding responses from three weeks before parturition until 112 DIM. Cows were enrolled before parturition and randomly assigned to treatment diets: UW: MET = feeding with 12 and 27 g of RPM (Smartamine M), premixed with 215 and 200 g of dried distillers grain, with 2.83 % and 2.57 % of Met as % of MP pre- and post-partum, respectively; and control (CON) = 227 g of dried distillers grains for both periods, with 2.3 % and 2.08 % of Met as % of MP. The Cornell location treatments were: MET = fed 1.4 % of dry matter (DM) of an AA supplement (LysAAmet; Perdue Agribusiness, Salisbury, MD) with RPM, 2.84 and 2.65 % of Met as % of MP pre- and post-partum, respectively; and CON = 1.4 % of DM of an AA supplement without rumen-protected methionine, with 2.21 % of Met as % of MP for pre- and post-partum diets. All premixes were incorporated into the TMR. An advantage of this study was that the UW location had milk yield recorded daily on individual cows and milk samples were obtained from all cows individually at the first, second and every other week on two consecutive days from the a.m. and p.m. milkings throughout the experiment and composited by week. At the Cornell location, milk yield was recorded once a week and milk samples from all cows individually collected at the first, second and every other week on three consecutive milkings within the day and similarly composited by week. Samples were analyzed for fat, protein, lactose, MUN and SCC by infrared analysis. When responses of UW and Cornell locations are combined, we observed no effects on milk yield, consistent with our previous studies, but feeding RPM increased milk protein percentage (~0.12 % units) and milk protein yield (40 g) and milk fat percentage (~0.09 % units), but not milk fat yield. These studies are all in agreement with the literature, that Met is a limiting AA for milk protein production, and in some cases milk fat production. However, milk yield was unaffected by RPM feeding. Thus, our large studies, one in a commercial dairy and one in two dairy herds at major universities have provided clear data on the improvements in milk protein yield and milk protein and milk fat percentages in a large number of high-producing lactating cows.

AMINO ACID NUTRITION AND REPRODUCTION:

EFFECTS OF FEEDING RUMEN-PROTECTED METHIONINE ON EARLY EMBRYO DEVELOPMENT

Fertilization and the next 3-5 days of embryonic development occur in the oviduct. The oviduct is a specialized environment that provides critical nutrients and embryokines (substances that are critical for optimal embryo development). The amino acid requirements of this early embryo have been determined during in vitro culture of bovine embryos (Steeves and Gardner, 1999; Lee *et al.*, 2004). During the first 72 hours of embryo development only the non-essential amino acids and glutamine are required. During the next 72 hours of embryo development,

which is likely to occur in the uterine horn rather than the oviduct, all 20 amino acids are required for development to the blastocyst stage of development and for optimal proliferation of the blastomeres of the developing embryo. The concentrations of all of the amino acids have been determined in the oviduct and uterine horn (Hugentobler *et al.*, 2007). Many amino acids are at higher concentrations in the oviductal fluid than in the plasma. Similarly, some concentrations of amino acids are higher in the uterine fluid than in the plasma. No study has been done to evaluate how the amino acid concentrations in the oviduct or uterus change after increasing circulating amino acids in cattle. Thus, it is unclear whether the amino acid environment around the early embryo would be changed by either underfeeding or over-feeding specific amino acids, particularly Met.

Few in vitro studies have been done to determine the precise requirements for Met in the early bovine embryo (Bonilla *et al.*, 2010). There was a surprisingly low Met requirement (7 µM) for development of embryos to the blastocyst stage by Day 7, however development to the advanced blastocyst stage by Day 7 appeared to be optimized at about 21 µM (Bonilla *et al.*, 2010). The concentrations of Met in the oviduct were 39.7 µM in beef cows that had a circulating concentration of 28.8 µM. The uterine concentrations were 25-29.7 µM with some variation due to stage of the estrous cycle. Thus, the results of this study indicated that development of morphologically normal bovine embryos did not require elevated Met concentrations (>21 µM), at least during the first week after fertilization.

A recent study (Ikeda *et al.*, 2012) evaluated whether Met metabolism was required for normal development of bovine embryos. The researchers added ethionine or additional Met to cultures of bovine embryos. Ethionine blocks metabolism of Met into the one-carbon pathway (termed antimetabolite of Met) and therefore it blocks the "epigenetic" effects of Met. Ethionine did not block development to the morula stage but blocked development to the blastocyst stage (Control=38.5%; Ethionine=1.5%). Thus, Met has an essential role in the development of the bovine embryo from morula to blastocyst probably due to an epigenetic effect.

We recently evaluated the effect of supplementation with RPM on early embryo development in superovulated cows (Souza *et al.*, 2012b) We used superovulated animals so that we would have sufficient statistical power by evaluating numerous embryos in order to validly test the in vivo effects of Met supplementation on early embryo development in lactating dairy cows. In this experiment, animals were blocked by parity and calving date and randomly assigned to two treatments differing in level of dietary Met, but similar Lys levels as % of MP. As discussed in the section above, from a protein production standpoint, methionine appeared to be rate-limiting.

Our primary interest was the effect of supplemental Met on embryo quality. We evaluated a total of 570 embryos in this experiment and found no differences in fertilization or embryo quality (Table 1). Thus, Met supplementation did not alter early embryo development or embryo production in vivo, at least grossly.

Even though Met supplementation during the later stages of follicle development and early embryo development may not have produced morphological changes in the early embryo, it is well known that Met during this time can have dramatic effects on the epigenome of the embryo. This means that the genes can be changed in such a way that they are not expressed in the same way due to addition of groups, generally methyl groups to the DNA of the cells. For example, a previous study in sheep restricted methyl donors by restricting Met, vitamin B12, and folate before and for the first 6 days after breeding. They then transferred normally-appearing embryos into control sheep and then evaluated the lambs after parturition. The embryos that were produced in low Met produced lambs that had substantial differences in blood pressure and immune function. To test this idea in cattle, we evaluated whether the embryos that were recovered from cows that had been supplemented or not supplemented with Met had differences in gene expression (Penagaricano *et al.*, 2013).

Table 1. Effect of RPM supplementation with Smartamine®, 1.4 on reproductive parameters in superovulated lactating dairy cows.

	MET	CON	
number of superovulated cows	35	37	***P*-value**
CL number	17.0 ± 1.3	17.7 ± 1.5	0.90
Number of fertilized ova	6.5± 1.1	5.5 ± 0.9	0.56
% Fertilized ova	74.7 ± 5.6	82.2 ± 3.8	0.27
Number of transferable embryos	5.0 ± 0.9	4.3 ± 0.1	0.57
% Transferable embryos	56.3 ± 6.5	62.5 ± 6.0	0.49
Number of degenerate embryos	1.5 ± 0.4	1.3 ± 0.4	0.75
% Degenerate embryos	18.5 ± 4.6	19.7 ± 4.7	0.83
% Degenerate of fertilized ova	25.1 ± 5.8	27.5 ± 6.0	0.74

The objective of this part of the study was to evaluate the effect of maternal Met supplementation on the transcriptome of bovine preimplantation embryos (Penagaricano *et al.*, 2013). Only high quality embryos from individual cows were pooled and then analyzed by a powerful technique that allows evaluation of all genes that are expressed in these embryos, called RNA sequencing. Remarkably, the small difference that we produced in circulating Met (see section above) produced a substantial difference in expression of genes in the embryo. A total of 10,662 genes were significantly expressed in the bovine embryos. A total of 276 genes were expressed differently in embryos from cows supplemented or not supplemented with Met. Most of these genes were turned off in embryos from cows that were supplemented with Met. This would be expected since Met supplementation leads to methylation of the DNA (remember nutritional epigenomics) and this inhibits expression of a gene until the appropriate stage of development. Thus Met supplementation seemed to change gene expression in a way that may lead to improved pregnancy outcomes and improved physiology of offspring. Many of the genes are involved in immune function and later stages of embryo development that may be critical for pregnancy progression and normal immune function after birth. Further studies are needed to determine if these gene expression changes lead to changes in embryo development, reduced pregnancy loss, and altered physiology of the offspring.

EFFECTS OF FEEDING RUMEN-PROTECTED METHIONINE ON LATER STAGES OF PREGNANCY AND REPRODUCTIVE PERFORMANCE

One particularly interesting study (Coelho *et al.*, 1989)C. N. D. used serum from lactating dairy cows in the media to grow head-fold stage rat embryos (Day 9.5 after breeding). Complete development of these embryos requires serum and development is normal in rat serum. When embryos are grown in serum from dairy cows embryonic development is abnormal (Table 2-Line 1) when measured as total embryo protein, somite pairs, or percentage of the embryos that are abnormal (no neural tube

closure, abnormal shape, no development of eyes and branchial arches). Supplementation of bovine serum with amino acids and vitamins produced normal development (Line 2). Amino acid supplementation alone but not vitamin supplementation produced normal development. Supplementation of Met alone was sufficient to produce normal development of the rat embryos in cow serum (Next to last line of Table 2). In a separate experiment, use of serum from cows that were supplemented with RPM (110 g/d of Smartamine) also produced normal embryo development. Thus, bovine serum has such low Met concentrations that normal development of rat embryos is retarded.

Table 2. Effect of supplementation of various components on development of head-fold stage rat embryos in bovine serum. Data from (Coelho *et al.*, 1989)C. N. D.

Cow serum with:	**Embryo Protein**	**Somite Pairs**	**% Abnormal**
None	73.7 ± 8.6[a]	12.5 ± 1.3[a]	100%
Amino acids + vitamins	130.0 ± 7.7[b]	21.5 ± 0.6[b]	0%
Amino acids	117.1 ± 8.5[b]	21.3 ± 0.2[b]	0%
Vitamins	56.6 ± 5.76[a]	9.3 ± 0.8[a]	100%
Amino acids w/o methionine	82.9 ± 8.7[a]	11.0 ± 0.7[a]	100%
Methionine	133.7 ± 5.5[b]	22.3 ± 0.4[b]	0%
Serum from cow supplemented with 110 g/d rumen-protected Met	135.2 + 9.1 (Separate study)	Not measured	0%

These developmental stages would occur in cattle during the third and fourth week of pregnancy. The embryo continues to differentiate the features of the calf and during this stage the bovine embryo receives most of its nutrients from a placenta that is present in a structure called the Yolk Sac. The nutrients in the Yolk Sac are derived from the uterine fluid (uterine histotroph). The first direct cotyledonary attachments occur on Day 31-32 of pregnancy and these placentomes will eventually provide the nutrients for the developing fetus by direct diffusion from the blood of the dam. These placentomes develop completely between Day 32 and 60 of pregnancy.

The amino acid requirements for all of these different developmental stages of bovine pregnancy have not been determined. In fact, we have been unable to find studies in the scientific literature, which were specifically designed and adequately powered to evaluate the effects of specific amino acids on reproductive efficiency of lactating dairy cows. The largest study (Polan *et al.*, 1991) combined results from 259 cows at 6 Universities evaluating RPM and RP-lysine supplementation. They detected no significant effect on days to first service, services per conception, or calving interval, although no details were provided on reproductive measures in each specific treatment group. It is obvious that large studies are needed to validly evaluate the effects of supplementing amino acids on measures of reproductive efficiency in lactating dairy cows.

Our group has completed an initial study (Toledo *et al.*, 2017a) in which we evaluated the effect of supplementing RPM on reproductive efficiency in lactating dairy cows. The specific objectives of the study were to evaluate the effects of daily top-dressing with RPM from 30 ± 3 to 126 ± 3 DIM (61 day after timed AI; TAI) on milk protein production, embryonic and amniotic vesicle size, pregnancies per AI, and pregnancy loss in lactating cows. The experimental design, treatments and production responses were summarized in section above. Only synchronized cows (92.2 %) were used in the final analysis (n = 285). There was no effect of treatment on P/AI at any pregnancy diagnosis. However, pregnancy loss was greater in multiparous cows for CON compared to RPM from 28 to 61 day [19.6 % (10/51) vs. 6.1 % (3/49)] or from 32 to 61 day [8.9 % (4/45) vs. 0.0 % (0/46)], although, there was no effect of treatment on pregnancy loss in primiparous cows. Consistent with data on pregnancy loss, RPM increased embryonic and amniotic vesicle size on Day 33 of pregnancy in multiparous cows but had little effect on embryonic size in primiparous cows (Table 3).

Table 3. Effect of rumen-protected methionine (RPM) feeding on ultrasonographic morphometry of amniotic vesicle and embryo on gestation Day 33.

		Amniotic Vesicle	Embryo			
Treatments	n	Volume (mm^3)	n	Crown-rump Length (mm)	Abdominal Diameter (mm)	Volume (mm^3)
Overall						
CON	63	542.6 ± 25.7	69	10.5 ± 0.2	5.5 ± 0.1	167.1 ± 6.0
RPM	80	594.9 ± 30.6	82	11.0 ± 0.2	5.8 ± 0.1	201.2 ± 10.6
P-value		0.27		0.08	0.04	0.01
Primiparous						
CON	30	617.1 ± 39.3	34	10.5 ± 0.2	5.6 ± 0.2	171.6 ± 7.6
RPM	36	596.0 ± 37.0	38	10.9 ± 0.2	5.7 ± 0.2	191.9 ± 14.3
P-value		0.67		0.21	0.61	0.38
Multiparous						
CON	33	479.4 ± 29.4	36	10.6 ± 0.2	5.3 ± 0.1	162.7 ± 9.2
RPM	44	593.9 ± 46.0	44	11.0 ± 0.2	5.9 ± 0.2	209.3 ±15.6
P-value		0.04		0.22	0.02	0.009

More recently, a follow-up study (Stangaferro *et al.*, 2018) was conducted with 430 multiparous cows housed in replicated lactating pens of 16 cows each and at two different locations [University of Wisconsin – Emmons Blaine Dairy Research Center (UW, Arlington, WI) and at the University of Cornell – Dairy Unit of the Cornell University Ruminant Center (CU, Harford, NY)]. The objective of this study was to evaluate the effect of RPM feeding on production and reproduction from three weeks before parturition until ~150 DIM (67 d after AI). The cows were enrolled before parturition and randomly assigned to treatment diets differing only in the level of Met as % of MP as discussed in the production section. All cows were synchronized with a Double-Ovsynch protocol and bred at 80 ± 3 DIM. Blood samples were taken in specific days to evaluate progesterone serum and Pregnancy-specific protein B (PSPB) concentrations. In addition, samples on Day 18 were collected to be analyzed for Interferon-stimulated genes. Pregnancy diagnosis by ultrasonography was performed by detecting a viable conceptus on Day 32 after AI. All cows diagnosed as pregnant on Day 32 were reexamined on Day 39 and 67. In addition, we determined amniotic and embryonic size on Day 32 and 39 after AI. Preliminary results including all cows (UW and CU locations) differ from results that were observed in the first study. There was no effect of treatment on P/AI at any pregnancy diagnosis [Day 32 after AI based on ultrasonography; 48.6 % (103/212) vs 49.1 % (105/214)] consistent

with the results from the first study. However, different from the first study there was also no statistical differences in pregnancy loss between Con and RPM cows [Day 32 to 67 after AI; 10.8 % (11/102) vs 6.7 % (7/105); for CON and RPM respectively]. Thus, the cows in this second trial had lower overall pregnancy loss rate and there was only a numerical and not a statistically-significant reduction in pregnancy loss. It is possible that cows in this second study were not as deficient in Met, as cows in the first study, at least from a reproduction standpoint. There was also a difference in the experimental design in the second compared to the first trial. In the second trial we fed RPM to a large number of cows during all the transition period until ~150 DIM and the RPM was incorporated into the TMR rather than using top-dressing of RPM, as done in the first trial. Top-dressing produced an acute and robust peak in circulating Met concentrations and this may have produced a more positive effect on reproduction compared to the more constant but lower-level of Met supplementation that would result from feeding RPM in the TMR. The differences in the response may also have been due to differences in cow comfort and management between the commercial trial (trial # 1) and the cows from the two herds form the research stations at the University of Wisconsin and Cornell University. The cows in the commercial herd may have been exposed to more stressful conditions therefore more susceptible to respond to a higher Met supplementation. Further investigation is required to understand the Met metabolism and its effects on embryo development and fertility of dairy cows.

CONCLUSIONS

Feeding of rate-limiting amino acids can have substantial effects on milk protein content and yield, and our work suggests that Met supplementation may improve reproductive efficiency. Feeding cows with RPM during the early embryo development stage, until Day 7 after breeding, did not lead to gross morphological changes in the embryos, but did result in dramatic differences in gene expression in the embryo. Moreover, supplementation with RPM can increase the size of the embryo in multiparous cows and this may lead to a reduction in pregnancy loss. Although, preliminary results from our follow-up study in multiparous cows did not find that feeding RPM reduced pregnancy loss. Met status of cows in commercial herds are not well reported and the impact of lower than optimal plasma Met, and other AA's concentration on health and reproduction is needed to fully understand their "functional" impact. Further studies are needed to understand Met metabolism and evaluate whether supplementation with specific amino acids in lactating cows can improve embryo survival and pregnancy outcome.

REFERENCES

- Armentano, L. E., S. J. Bertics, and G. A. Ducharme. 1997. Response of lactating cows to methionine or methionine plus lysine added to high protein diets based on alfalfa and heated soybeans. J. Dairy Sci. 80:1194-1199.
- Benefield, B. C., R. A. Patton, M. J. Stevenson, and T. R. Overton. 2009. Evaluation of rumen-protected methionine sources and period length on performance of lactating dairy cows within Latin squares. J. Dairy Sci. 92:4448-4455. http://dx.doi.org/:10.3168/jds.2008-1275.
- Bonilla, L., D. Luchini, E. Devillard, and P. J. Hansen. 2010. Methionine requirements for the preimplantation bovine embryo. J Repro Dev 56:527-532.
- Broderick, G. A. and R. E. Muck. 2009. Effect of alfalfa silage storage structure and rumen-protected methionine on production in lactating dairy cows. J Dairy Sci 92:1281-1289. http://dx.doi.org/:10.3168/jds.2008-1303.
- Brosnan, J. T., M. E. Brosnan, R. F. P. Bertolo, and J. A. Brunton. 2007. Methionine: A metabolically unique amino acid. Livest. Sci. 112:2-7. http://dx.doi.org/:10.1016/j.livsci.2007.07.005.
- Cardoso, F. C., S. J. LeBlanc, M. R. Murphy, and J. K. Drackley. 2013. Prepartum nutritional strategy affects reproductive performance in dairy cows. J Dairy Sci 96:5859-5871. http://dx.doi.org/:10.3168/jds.2013-6759.
- Carvalho, P. D., A. H. Souza, M. C. Amundson, K. S. Hackbart, M. J. Fuenzalida, M. M. Herlihy, H. Ayres, A. R. Dresch, L. M. Vieira, J. N. Guenther, R. R. Grummer, P. M. Fricke, R. D. Shaver, and M. C. Wiltbank. 2014. Relationships between fertility and postpartum changes in body condition and body weight in lactating dairy cows. J Dairy Sci 97:3666-3683. http://dx.doi.org/:10.3168/jds.2013-7809.
- Chapinal, N., S. J. Leblanc, M. E. Carson, K. E. Leslie, S. Godden, M. Capel, J. E. Santos, M. W. Overton, and T. F. Duffield. 2012. Herd-level association of serum metabolites in the transition period with disease, milk production, and early lactation reproductive performance. J Dairy Sci 95:5676-5682. http://dx.doi.org/:10.3168/jds.2011-5132.
- Che, L., P. Yang, Z. Fang, Y. Lin, and D. Wu. 2013. Effects of dietary arginine supplementation on reproductive performance and immunity of sows. Czech J Anim Sci 4:167-175.
- Chen, Z. H., G. A. Broderick, N. D. Luchini, B. K. Sloan, and E. Devillard. 2011. Effect of feeding different sources of rumen-protected methionine on milk production and N-utilization in lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 94:1978-1988. http://dx.doi.org/:10.3168/jds.2010-3578.
- Coelho, C. N. D., J. A. Weber, N. W. Klein, W. G. Daniels, and T. A. Hoagland. 1989. Whole rat embryos require methionine for neural tube closure when cultured in cow serum. Journal of Nutrition 119:1716-1725.
- Davidson, S., B. A. Hopkins, J. Odle, C. Brownie, V. Fellner, and L. W. Whitlow. 2008. Supplementing limited methionine diets with rumen-protected methionine, betaine, and choline in early lactation Holstein cows. J. Dairy Sci. 91:1552-1559. http://dx.doi.org/:10.3168/jds.2007-0721.
- Garverick, H. A., M. N. Harris, R. Vogel-Bluel, J. D. Sampson, J. Bader, W. R. Lamberson, J. N. Spain, M. C. Lucy, and R. S. Youngquist. 2013. Concentrations of nonesterified fatty acids and glucose in blood of periparturient dairy cows are indicative of pregnancy success at first insemination. J. Dairy Sci. 96:181-188. http://dx.doi.org/:10.3168/jds.2012-5619.
- Giallongo, F., M. T. Harper, J. Oh, J. C. Lopes, H. Lapierre, R. A. Patton, C. Parys, I. Shinzato, and A. N. Hristov. 2016. Effects of rumen-protected methionine, lysine, and histidine on lactation performance of dairy cows. J Dairy Sci 99:4437-4452. http://dx.doi.org/:10.3168/jds.2015-10822.
- Hugentobler, S. A., M. G. Diskin, H. J. Leese, P. G. Humpherson, T. Watson, J. M. Sreenan, and D. G. Morris. 2007. Amino acids in oviduct and uterine fluid and blood plasma during the estrous cycle in the bovine. Molecular Reproduction and Development 74:445-454. http://dx.doi.org/:10.1002/mrd.20607.
- Ikeda, S., M. Sugimoto, and S. Kume. 2012. Importance of methionine metabolism in morula-to-blastocyst transition

in bovine preimplantation embryos. J Repro Dev 58:91-97.

- Lara, A., G. D. Mendoza, L. Landois, R. Barcena, M. T. Sánchez-Torres, R. Rojo, J. Ayala, and S. Vega. 2006. Milk production in Holstein cows supplemented with different levels of ruminally protected methionine. Livestock Science 105:105-108. http://dx.doi.org/:10.1016/j.livsci.2006.04.032.
- Lee, C., A. N. Hristov, T. W. Cassidy, K. S. Heyler, H. Lapierre, G. A. Varga, M. J. de Veth, R. A. Patton, and C. Parys. 2012. Rumen-protected lysine, methionine, and histidine increase milk protein yield in dairy cows fed a metabolizable protein-deficient diet. J. Dairy Sci. 95:6042-6056. http://dx.doi.org/:10.3168/jds.2012-5581.
- Lee, E. S., Y. Fukui, B. C. Lee, J. M. Lim, and W. S. Hwang. 2004. Promoting effect of amino acids added to a chemically defined medium on blastocyst formation and blastomere proliferation of bovine embryos cultured in vitro. Animal Reproduction Science 84:257-267.
- Leonardi, C., M. Stevenson, and L. E. Armentano. 2003. Effect of two levels of crude protein and methionine supplementation on performance of dairy cows. J. Dairy Sci. 86:4033-4042.
- López-Gatius, F., J. Yániz, and D. Madriles-Helm. 2003. Effects of body condition score and score change on the reproductive performance of dairy cows: a meta-analysis. Theriogenology 59:801-812.
- Mateo, R. D., G. Wu, F. W. Bazer, J. C. Park, I. Shinzato, and S. W. Kim. 2007. Dietary L-Arginine supplementation enhances the reproductive performance of gilts. J Nutr 137:652-656.
- Metayer, S., I. Seiliez, A. Collin, S. Duchene, Y. Mercier, P. A. Geraert, and S. Tesseraud. 2008. Mechanisms through which sulfur amino acids control protein metabolism and oxidative status. J Nutr Biochem 19:207-215. http://dx.doi.org/:10.1016/j.jnutbio.2007.05.006.
- Ordway, R. S., S. E. Boucher, N. L. Whitehouse, C. G. Schwab, and B. K. Sloan. 2009. Effects of providing two forms of supplemental methionine to periparturient Holstein dairy cows on feed intake and lactational performance. J. Dairy Sci. 92:5154-5166. http://dx.doi.org/:10.3168/jds.2009-2259.
- Osorio, J. S., P. Ji, J. K. Drackley, D. Luchini, and J. J. Loor. 2013. Supplemental Smartamine M or MetaSmart during the transition period benefits postpartal cow performance and blood neutrophil function. J. Dairy Sci. 96:6248-6263. http://dx.doi.org/:10.3168/jds.2012-5790.
- Overton, T. R., D. W. Lacount, T. M. Cicela, and J. H. Clark. 1996. Evaluation of a ruminally protected methionine product for lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 79:631-638.
- Patton, R. A. 2010. Effect of rumen-protected methionine on feed intake, milk production, true milk protein concentration, and true milk protein yield, and the factors that influence these effects: a meta-analysis. J. Dairy Sci. 93:2105-2118. http://dx.doi.org/:10.3168/jds.2009-2693.
- Penagaricano, F., A. H. Souza, P. D. Carvalho, A. M. Driver, R. Gambra, J. Kropp, K. S. Hackbart, D. Luchini, R. D. Shaver, M. C. Wiltbank, and H. Khatib. 2013. Effect of maternal methionine supplementation on the transcriptome of bovine preimplantation embryos. PLoS One 8:e72302. http://dx.doi.org/:10.1371/journal.pone.0072302.
- Polan, C. E., K. A. Cummins, C. J. Sniffen, T. V. Muscato, J. L. Vicini, B. A. Crooker, J. H. Clark, D. G. Johnson, D. E. Otterby, B. Guillaume, L. D. Muller, G. A. Varga, R. A. Murray, and S. B. Peircesandner. 1991. Responses of dairy cows to supplemental rumen-protected forms of methionine and lysine. Journal of Dairy Science 74:2997-3013.
- Rulquin, H. and L. Delaby. 1997. Effects of the energy balance of dairy cows on lactational responses to rumen-protected methionine. J. Dairy Sci. 80:2513-2522.
- Rulquin, H., B. Graulet, L. Delaby, and J. C. Robert. 2006. Effect of different forms of methionine on lactational performance of dairy cows. J. Dairy Sci. 89:4387-4394.
- Samuelson, D. J., S. K. Denise, R. Roffler, R. L. Ax, D. V. Armstrong, and D. F. Romagnolo. 2001. Response of Holstein and Brown Swiss cows fed alfalfa hay-based diets to supplemental methionine at two stages of lactation. J. Dairy Sci. 84:917-928.
- Sinclair, K. D., P. C. Garnsworthy, G. E. Mann, and L. A. Sinclair. 2014. Reducing dietary protein in dairy cow diets: implications for nitrogen utilization, milk production, welfare and fertility. Animal 8:262-274. http://dx.doi.org/:10.1017/S1751731113002139.
- Socha, M. T., D. E. Putnam, B. D. Garthwaite, N. L. Whitehouse, N. A. Kierstead, C. G. Schwab, G. A. Ducharme, and J. C. Robert. 2005. Improving intestinal amino acid supply of pre- and postpartum dairy cows with rumen-protected methionine and lysine. J. Dairy Sci. 88:1113-1126.
- Souza, A. H., P. D. Carvalho, A. R. Dresch, L. M. Vieira, K. S. Hackbart, D. Luchini, S. Bertics, N. Betzold, R. D. Shaver, and M. C. Wiltbank. 2012a. Effect of dietary methionine supplementation in early lactation dairy cows. I. Dry matter intake, milk yield, milk composition and component yields. J. Dairy Sci. 95(E-suppl. 1):T181. (Abstr.).
- Souza, A. H., P. D. Carvalho, A. R. Dresch, L. M. Vieira, K. S. Hackbart, D. Luchini, S. Bertics, N. Betzold, R. D. Shaver, and M. C. Wiltbank. 2012b. Effect of methionine supplementation during postpartum period in dairy cows II: Embryo quality. J. Dairy Sci. 95(E-suppl. 1):T181. (Abstr.).
- Stangaferro, M. L., M. M. Perez, M. Masello, R. Wijma, M. E. Van Amburgh, T. R. Overton, D. Luchini, M. C. Wiltbank, R. D. Shaver, and J. O. Giordano. 2017. Effect of supplementing rumen-protected methionine pre- and postpartum on milk yield and components of dairy cows during early lactation. J. Dairy Sci. 100 (E-suppl.2):M291 (Abstr.).
- Stangaferro, M. L., M. Z. Toledo, M. M. Perez, C. A. Gamarra, P. L. J. Monteiro, A. B. Prata, D. Luchini, M. E. Van Amburgh, R. D. Shaver, M. C. Wiltbank, and J. O. Giordano. 2018. Effect of feeding rumen-protected methionine pre- and postpartum on reproductive performance of lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 101 (E-suppl. 2):T204 (Abstr.).
- Steeves, T. E. and D. K. Gardner. 1999. Temporal and differential effects of amino acids on bovine embryo development in culture. Biology of Reproduction 61:731-740. http://dx.doi.org/:10.1095/biolreprod61.3.731.
- Toledo, M. Z., G. M. Baez, A. Garcia-Guerra, N. E. Lobos, J. N. Guenther, E. Trevisol, D. Luchini, R. D. Shaver, and M. C. Wiltbank. 2017a. Effect of feeding rumen-protected methionine on productive and reproductive performance of dairy cows. PLoS One 12:e0189117. http://dx.doi.org/:10.1371/journal.pone.0189117.
- Toledo, M. Z., R. S. Gennari, R. V. Barletta, P. L. J. Monteiro

Jr., C. A. Gamarra, A. B. Prata, J. R. R. Dorea, A. Jones, D. Luchini, G. I. Zanton, M. E. Van Amburgh, J. O. Giordano, R. D. Shaver, and M. C. Wiltbank. 2017b. Feeding rumen-protected methionine pre- and post-partum increases milk protein content and yield in early-lactation. J. Dairy Sci. 100 (E-suppl. 2):M306 (Abstr.).

- Vyas, D. and R. A. Erdman. 2009. Meta-analysis of milk protein yield responses to lysine and methionine supplementation. J. Dairy Sci. 92:5011-5018. http://dx.doi.org/:10.3168/jds.2008-1769.
- Wang, C., H. Y. Liu, Y. M. Wang, Z. Q. Yang, J. X. Liu, Y. M. Wu, T. Yan, and H. W. Ye. 2010. Effects of dietary supplementation of methionine and lysine on milk production and nitrogen utilization in dairy cows. J. Dairy Sci. 93:3661-3670. http://dx.doi.org/:10.3168/jds.2009-2750.
- Wiltbank, M., H. Lopez, R. Sartori, S. Sangsritavong, and A. Gumen. 2006. Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. Theriogenology 65:17-29. http://dx.doi.org/:10.1016/j.theriogenology.2005.10.003.
- Younge, B. A., J. J. Murphy, M. Rath, and B. K. Sloan. 2001. Effect of dietary absorbable methionine and lysine concentrations on milk production and composition of dairy cows offered grass-silage based diets. Ir. J. Agric. Food Res. 40:1-11.
- Zanton, G. I., G. R. Bowman, M. Vazquez-Anon, and L. M. Rode. 2014. Meta-analysis of lactation performance in dairy cows receiving supplemental dietary methionine sources or postruminal infusion of methionine. J. Dairy Sci. 97:7085-7101. http://dx.doi.org/:10.3168/jds.2014-8220.
- Zeng, X., X. Mao, Z. Huang, F. Wang, G. Wu, and S. Qiao. 2013. Arginine enhances embryo implantation in rats through PI3K/PKB/mTOR/NO signaling pathway during early pregnancy. Reproduction 145:1-7. http://dx.doi.org/:10.1530/REP-12-0254.
- Zhou, Z., M. Vailati-Riboni, E. Trevisi, J. K. Drackley, D. N. Luchini, and J. J. Loor. 2016. Better postpartal performance in dairy cows supplemented with rumen-protected methionine compared with choline during the peripartal period. J. Dairy Sci. 99:8716-8732. http://dx.doi.org/:10.3168/jds.2015-10525.

EL POTENCIAL PARA SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS DE ACCIÓN INTESTINAL PARA MEJORAR LA SALUD DE LAS VACAS LECHERAS

Tanya F. Gressley

INTRODUCCIÓN

El papel clásico del nutricionista de ganado lechero es formular raciones que cumplan con los requisitos de rendimiento de los animales. Sin embargo, a medida que la delicada interacción entre la nutrición animal y la salud continúa desarrollándose, los datos sugieren que los ingredientes dietéticos que no cumplen con los requisitos nutricionales específicos pueden de todos modos proporcionar beneficios para la salud del ganado lechero. En la nutrición de los rumiantes, lo mejor que se entiende son ciertos minerales y vitaminas que, cuando se incluyen por encima de los niveles de exigencia actuales o en formas más disponibles, mejoran las medidas de salud animal. En este ejemplo, el mineral o la vitamina se absorbe y produce un efecto biológico que estimula la función inmunitaria. Además de los minerales y vitaminas, los suplementos específicos de ácidos grasos y aminoácidos pueden modificar la respuesta inmunológica y la salud animal. Un área menos entendida, pero un área de investigación activa, son aquellos suplementos que ejercen sus efectos completamente dentro del tracto digestivo. Estos incluyen prebióticos y probióticos que modifican la composición microbiana en el rumen y los intestinos y alteran la función de las células inmunitarias asociadas con la mucosa intestinal. Los cambios en la función de estas células inmunitarias intestinales pueden causar efectos secundarios, incluyendo un aumento o disminución de la integridad de la mucosa intestinal o la activación o supresión de la inflamación localizada y sistémica que, a su vez, puede afectar a toda la salud animal. Este documento ofrece un breve análisis de algunos suplementos alimenticios que mejoran o se sospecha que mejoran la salud del ganado lechero. El impacto de la nutrición en la salud es un área de investigación activa y probablemente producirá herramientas nutricionales adicionales para mejorar la salud de nuestros rebaños lecheros.

SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS DE ACCIÓN SISTÉMICA

Los minerales y las vitaminas son los suplementos alimenticios mejor documentados que pueden mejorar la salud animal. Aunque existen claros beneficios cuando los animales pasan de un estado deficiente a un estado suficiente, existen algunas pruebas de que la suplementación de ciertos minerales y vitaminas por encima de los niveles de requerimiento actuales también puede ser beneficiosa. En el caso de los suplementos de oligoelementos, también hay pruebas de que la composición química y la consiguiente disponibilidad biológica también afectan a la salud.

Las vacas lecheras en lactancia y en transición están sometidas a un estrés oxidativo considerable. Los antioxidantes intracelulares y extracelulares funcionan para neutralizar los radicales libres y prevenir el daño a las células y sus membranas. Sin embargo, los sistemas antioxidantes no pueden eliminar completamente los radicales libres, y los indicadores de daño oxidativo normalmente aumentan durante los períodos de alto estrés oxidativo, incluyendo la transición, la lactancia intensa y el estrés por calor. Se cree que los glóbulos blancos son particularmente susceptibles al daño oxidativo debido a las concentraciones relativamente altas de ácidos grasos insaturados en sus membranas. Por lo tanto, la función inmunológica puede verse comprometida por el estrés oxidativo más rápidamente que otros sistemas biológicos.

Muchos de los oligoelementos y vitaminas que mejoran la salud de las vacas actúan al menos en parte a través de su función en los sistemas antioxidantes. El cobre, el manganeso y el zinc sirven como cofactores del superóxido dismutasa, una enzima responsable de convertir el superóxido en oxígeno y peróxido de hidrógeno. Cuando las novillas eran ligeramente deficientes en el nivel de cobre, la suplementación con sulfato de cobre mejoró la respuesta clínica a un desafío intramamario de *E. coli* (Scaletti *et al.*, 2003). En un estudio posterior, la suplementación con proteinato de cobre resultó en una mejor respuesta al desafío de *E. coli* en comparación con el sulfato de cobre, lo que sugiere una mayor biodisponibilidad del proteinato orgánico que del sulfato inorgánico (Scaletti y Harmon, 2012). Además de la función del zinc en el superóxido dismutasa, también es un componente de múltiples enzimas y factores de transcripción y es importante para una amplia gama de funciones biológicas, incluyendo el mantenimiento de la integridad dérmica y del casco. Un estudio de Cope *et al.* (2009) descubrió que las vacas lecheras lactantes alimentadas con dietas bajas en zinc habían aumentado el recuento de células somáticas y el amiloide A de la leche (una proteína en fase aguda utilizada como indicador de inflamación sistémica) en comparación con las vacas alimentadas con zinc complementario. Dado que el cobre, el manganeso y el zinc sirven como cofactores en diferentes formas de superóxido dismutasa, múltiples estudios han evaluado el efecto de cambiar el nivel o la biodisponibilidad de los tres en el rendimiento animal. Realizamos un estudio usando vacas lactantes que fueron suplementadas con cobre, manganeso y zinc en forma de sulfato inorgánico o de aminoácidos quelados orgánicos (Nemec *et al.*, 2012). Aunque no encontramos ningún efecto del tratamiento sobre las medidas in vitro de la función neutrófila, sí encontramos una mejor respuesta de anticuerpos a la vacunación contra un antígeno extraño para las vacas alimentadas con las formas quelatadas en comparación con las formas de sulfato. Un estudio reciente comparó los novillos alimentados con dietas suplementadas con formas complejas de aminoácidos de cobre, manganeso y zinc con los novillos alimentados con dietas con niveles más bajos de esos minerales (Gómez *et al.*, 2014). También hubo diferencias en la suplementación con cobalto y yodo entre las dos dietas. Ese estudio encontró un beneficio en la salud de los cascos de los novillos alimentados con minerales quelatados, como lo demuestra la mejoría en la respuesta a un reto de dermatitis digital (Gómez *et al.*, 2014). El selenio también desempeña funciones antioxidantes principalmente al actuar como cofactor de las enzimas tiorreductasa que convierten el peróxido de hidrógeno en agua. Algunos estudios han encontrado que el estado marginal del selenio en el ganado lechero está asociado con el aumento del conteo de células somáticas de la leche y el deterioro de la función de los glóbulos blancos (Hogan *et al.*, 1993; Spears and Weiss, 2008). Las ne-

cesidades de selenio del ganado lechero son de 0,3 mg/kg, que es también el nivel máximo de suplementación permitido (NRC, 2001). Aunque el selenio dietético no se puede aumentar más allá de este máximo, alimentar con levadura de selenio en lugar de selenio inorgánico proporciona un medio para aumentar la absorción de selenio (Weiss and Hogan, 2005).

Las vitaminas E y C benefician la salud del ganado lechero a través de sus actividades antioxidantes. La vitamina E es un antioxidante liposoluble que ayuda a detener el daño de los radicales libres de los lípidos. La suplementación en periparturientas de vitamina E por encima de los requerimientos del NRC puede mejorar la función de los neutrófilos y la salud de las glándulas mamarias (Hogan *et al.*, 1993; Spears and Weiss, 2008). La vitamina C es el principal antioxidante soluble en agua y es importante para la regeneración de la vitamina E. Además, la vitamina C desempeña un papel cofactor en las enzimas, incluyendo varias que intervienen en la síntesis de colágeno y, por lo tanto, en la integridad de la piel. Weiss y Hogan (2007) complementaron a las vacas periparturientas con vitamina C y luego las sometieron a una infusión intramamaria de lipopolisacáridos un mes después del parto. Aunque la suplementación no afectó las medidas de la función neutrófila, sí redujo la elevación del recuento de células somáticas después del desafío intramamario.

Las vitaminas y minerales sin actividad antioxidante también pueden beneficiar la salud animal. La vitamina A funciona como un componente de los factores de transcripción que tienen una variedad de efectos secundarios sobre el crecimiento, la fisiología y la salud. La administración de suplementos adicionales de vitamina A o precursores de la vitamina A, incluido el β-caroteno, puede tener actividades inmunoestimulantes y beneficiar la glándula mamaria y la salud uterina (Spears and Weiss, 2008). El β-caroteno y otros carotenoides también tienen actividades antioxidantes y pueden apoyar la salud inmunológica independientemente de su función como precursores de la vitamina A. Al igual que la vitamina C, las vitaminas B no han sido suplementadas habitualmente a la dieta de los rumiantes debido a su síntesis por los microbios del rumen. Existe alguna evidencia de que la biotina suplementaria puede beneficiar la salud del casco además de un efecto positivo en la producción de leche (Lean and Rabiee, 2011). Otras vitaminas del grupo B, como el B12 o el ácido fólico, también pueden mejorar potencialmente la salud animal. Además de sus acciones sobre la homeostasis del calcio, la vitamina D también modera directamente la función inmunitaria. Nelson *et al.* (2010) descubrieron que los monocitos bovinos pueden producir y responder a la forma activa de la vitamina D, y otro estudio realizado por el mismo grupo descubrió que a las vacas se les proporcionó cierta protección contra un desafío intramamario de *S. uberis* cuando se administró un precursor de la vitamina D junto con la bacteria (Lippolis *et al.*, 2011). El cromo suplementario también puede beneficiar la función inmunológica debido a su papel en la regulación de la sensibilidad a la insulina. Tanto la sensibilidad a la insulina como la función inmune están suprimidas en las vacas en transición, y es posible que la suplementación con cromo para mejorar la sensibilidad a la insulina pueda tener un efecto positivo sobre la función inmune. Un estudio encontró que la suplementación con cromo de las vacas periparturientas aumentaba la respuesta de anticuerpos séricos a un antígeno extraño y la proliferación de linfocitos in vitro (Burton *et al.*, 1993), y un estudio reciente sugirió una mejora en la salud uterina después de la suplementación periparturienta con propionato de cromo (Yasui *et al.*, 2014).

Los minerales y las vitaminas no son los únicos suplementos que pueden ser absorbidos y tienen efectos beneficiosos en la salud de las vacas lecheras. Los suplementos comúnmente adoptados en los programas de vacas en transición, como las sales aniónicas y los empapadores de propilenglicol, han demostrado ser eficaces para mejorar la salud de las vacas en transición. El efecto de los ácidos grasos dietéticos suplementarios en la salud animal es un área de investigación activa y la interacción entre el metabolismo de los lípidos y la salud será discutida por el próximo ponente en esta conferencia. La suplementación adicional de aminoácidos individuales también puede mejorar la salud, como lo demuestran las medidas mejoradas de la función inmunológica en vacas lecheras suplementadas con glutamina o metionina (Caroprese *et al.*, 2013; Osorio *et al.*, 2013). La suplementación de las dietas con aglutinantes de micotoxinas también puede mejorar la función inmunológica. Aunque los aglutinantes en sí no son sistémicamente activos, previenen los efectos sistémicos de las micotoxinas en el alimento, que tienden a ser inmunosupresores (Sharma, 1993; Mehrzad *et al.*, 2011). Si hay suficientes cantidades de micotoxinas en el alimento para provocar una respuesta inmune negativa, entonces la adición de aglutinantes de micotoxinas puede ayudar a minimizar estos efectos. La eficacia de un aglutinante de micotoxinas individual dependerá de las características del aglutinante y de la medida en que pueda neutralizar la clase de micotoxinas presentes.

SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS DE ACCIÓN INTESTINAL

Interacción entre la mucosa intestinal, el microbioma y la enfermedad inflamatoria. Un campo de intensa investigación en salud humana es la relación entre la composición de la dieta, el microbiota intestinal, la mucosa intestinal y la salud integral de los animales. Aunque los datos sobre estas relaciones apenas están empezando a emerger en los animales de producción, es probable que algunos de los hallazgos de las especies monogástricas impulsen futuras estrategias de suplementación.

La mucosa intestinal está formada por diferentes clases de células epiteliales. Las células en mayor número son las células epiteliales columnares responsables de la absorción de los nutrientes de la dieta. Las uniones estrechas entre las células epiteliales columnares son cruciales para formar la barrera física entre el tejido y el alimento digerido. Entre las células epiteliales columnares se intercalan una variedad de células especializadas que ayudan a proteger el tejido de bacterias y toxinas dentro del lumen intestinal. Las células caliciformes producen mucosa que se adhiere al lado luminal de las células epiteliales y proporciona una barrera física adicional. La mucosa también contiene una variedad de agentes bactericidas y bacteriostáticos que previenen la colonización por microbios que penetran la barrera de la mucosa. Muchos de estos agentes antimicrobianos se originan en las células de Paneth que producen diferentes compuestos en respuesta a los estímulos de los contenidos intestinales o de las células circundantes. Estos agentes antimicrobianos incluyen moléculas de defensina peptídica, así como enzimas antimicrobianas. Las células M son otra clase especializada de células epiteliales que toman muestras de las partículas del lumen intestinal y las presentan a las células inmunitarias subyacentes.

El tejido linfoide asociado al intestino (GALT) consiste en estructuras de glóbulos blancos que se encuentran en todo el tracto digestivo en estrecha asociación con las células epiteliales. Estos varían en tamaño desde grandes parches de Peyer hasta pequeños folículos linfoides aislados y consisten en grupos de linfocitos B y T intercalados con células dendríticas y fagocitos (Goto and Kiyono, 2012). La presentación del antígeno de las células M o dendríticas hace que las células B se activen a las células plasmáticas secretoras de IgA. La IgA secretora entonces sale de las células epiteliales columnares con la transcito-

sis, donde se acumula en la mucosa para prevenir la adhesión y la translocación de las bacterias objeto (Kamada *et al.*, 2013). Las células T en los centros germinales dentro del tejido linfoide asociado al intestino son activadas por la unión de los receptores de los productos microbianos y las citocinas producidas localmente. En un animal sano, la tolerancia a los microorganismos intestinales comensales se ve facilitada por las células T con un fenotipo regulador que tiende a suprimir las respuestas inflamatorias de las células circundantes (Littman and Pamer, 2011). En algunos estados de enfermedad asociados con la inflamación crónica hay un cambio en la composición microbiana y las células T intestinales se mueven más hacia fenotipos Th17 pro-inflamatorios (Littman and Pamer, 2011).

Las actividades de los linfocitos y fagocitos dentro del GALT sano responden al microbioma para obtener respuestas apropiadas: tolerancia e inmunosupresión local en respuesta a organismos comensales e inflamación y activación inmunológica en respuesta a una amenaza microbiana. La unión de los componentes bacterianos a los receptores de reconocimiento de patógenos, como los receptores de peaje (TLR) y los receptores similares a los NOD (NLR), es esencial para la homeostasis. El desarrollo normal de las estructuras GALT depende del reconocimiento funcional de patógenos por parte de estos receptores. Además de promover el desarrollo adecuado de GALT, una mezcla simbiótica de bacterias comensales promueve la producción de mucosa y la función de barrera del epitelio e inhibe la colonización por organismos competitivos (Kamada *et al.*, 2013). Los efectos del microbioma sobre las funciones de GALT y de la mucosa no son sólo a través de las interacciones directas de los componentes microbianos con los receptores, sino también a través de los productos de los microbios simbióticos, incluyendo los ácidos grasos de cadena corta (Brestoff and Artis, 2013). La disbiosis, un cambio poco saludable en la composición microbiana, puede disminuir la regulación de estas funciones protectoras, estimular la inflamación de la mucosa y potenciar la colonización por organismos patógenos. En los seres humanos, algunos estados de enfermedad, incluyendo la enfermedad intestinal inflamatoria, están asociados con un cambio completo en la estructura de la población intestinal (Koboziev *et al.*, 2014).

El trabajo en modelos de roedores está comenzando a demostrar que las enfermedades inflamatorias crónicas, incluyendo el síndrome metabólico, la diabetes y la aterosclerosis, están asociadas con cambios en el microbiota intestinal (Caesar *et al.*, 2012; Vieira *et al.*, 2013). Aunque la causa y el efecto no están claros, en ciertos casos la transferencia de microflora sana a un individuo enfermo puede restablecer la salud y la transferencia de microbiota de un donante enfermo a un receptor sano puede causar la enfermedad. Por ejemplo, los ratones que carecen de TLR5, un receptor que reconoce la flagelina bacteriana, desarrollaron síndrome metabólico y alteraron el microbioma intestinal en comparación con los ratones de tipo silvestre (Vijay-Kumar *et al.*, 2010). Cuando su contenido intestinal se transfirió a ratones salvajes sanos y libres de gérmenes, los ratones receptores también desarrollaron características del síndrome metabólico, lo que indica que el microbioma es importante tanto para mantener la salud como para contribuir a los estados de enfermedad. Tales hallazgos también podrían ser relevantes en la vaca, particularmente en el período de transición cuando las vacas experimentan algunos síntomas del síndrome metabólico, incluyendo la disminución de la sensibilidad a la insulina, el aumento de la tolerancia a la glucosa y el aumento de la movilización de ácidos grasos.

Datos en vacas lecheras. La interacción entre los cambios en el microbioma intestinal y la salud del ganado lechero está muy bien documentada, ya que se relaciona con la acidosis del rumen y la acidosis subaguda del rumen (SARA). Un cambio a una dieta de alto contenido en grano o la inducción de SARA induce cambios dramáticos en el microbioma del fluido del rumen y en la estructura de la población de bacterias adheridas al epitelio del rumen (Khafipour *et al.*, 2009b; Chen *et al.*, 2011). Las dietas subagudas que inducen a la acidosis del rumen también aumentan el flujo de carbohidratos fermentables a los intestinos. Esto da como resultado cambios en el microbioma intestinal como lo demuestran los cambios en la composición bacteriana fecal (Mao *et al.*, 2012). Se cree que estos cambios en las comunidades bacterianas gastrointestinales en respuesta a SARA son un primer paso clave en los impactos negativos de SARA sobre la salud y el rendimiento de los animales. Además del cambio microbiano, la acidosis también aumenta la concentración de compuestos tóxicos e inflamatorios en el bolo intestinal (Ametaj *et al.*, 2010; Li *et al.*, 2012; Saleem *et al.*, 2012) al mismo tiempo que disminuye la función de barrera del epitelio ruminal (Steele *et al.*, 2011). Debido a que el epitelio intestinal está compuesto de una sola capa de células epiteliales, la entrada sistémica de bacterias o toxinas en respuesta a SARA puede ser más probable que ocurra en la mucosa intestinal que en el rumen. De hecho, Khafipour *et al.* (2009a) encontraron el momento de la presencia de lipopolisacáridos en la sangre después de que un desafío de SARA sugiriera la entrada a través de los intestinos en lugar del rumen. Los cambios en el microbioma, la acumulación de toxinas en el bolo digestivo y el daño de la mucosa en respuesta a SARA probablemente cambien las estructuras GALT cercanas de un estado antiinflamatorio a un estado proinflamatorio, lo cual, basado en modelos de roedores, puede resultar en un mayor daño a la mucosa y a la inflamación sistémica. Esto puede ser un factor que contribuya al aumento de las proteínas en fase aguda en circulación observadas en respuesta a los desafíos de SARA a base de granos (Plaizier *et al.*, 2008). La inflamación sistémica resultante de SARA probablemente contribuye a los impactos negativos de SARA en la salud animal. Por lo tanto, los suplementos actualmente usados para mantener el pH del rumen incluyendo bicarbonato de sodio, sesquicarbonato de sodio, óxido de magnesio y productos de levadura podrían ayudar a mejorar la salud animal al disminuir el cambio microbiano y reducir la inflamación intestinal. Otros suplementos que pueden alterar el microbioma del rumen y potencialmente impactar en la salud animal incluyen ionóforos y aceites esenciales.

La alimentación de animales monogástricos con prebióticos y probióticos puede desplazar el microbioma intestinal, alterar las actividades de GALT y mejorar la salud animal. Aunque la determinación de estos efectos en rumiantes es un poco más complicada debido a la fermentación pregástrica, es probable que los beneficios para la salud de la alimentación con algunos prebióticos y probióticos también beneficien a la salud del ganado lechero. Hemos demostrado que la administración postruminal de oligofructosa o pectina, ambas investigadas por su papel potencial como prebióticos en monogástricos, alteran el microbioma intestinal como se refleja indirectamente por los cambios en el pH fecal y la composición de ácidos grasos volátiles (Gressley and Armentano, 2005; Mainardi *et al.*, 2011). En ratones, la oligofructosa alimentada como prebiótico al 10% de la dieta tuvo efectos positivos en la salud animal, medidos por la disminución de la inflamación intestinal y sistémica y la disminución de la permeabilidad intestinal (Cani *et al.*, 2009). Aunque el uso de prebióticos en animales lecheros se limita actualmente principalmente a los sustitutos de leche, puede haber un potencial de suplementación de prebióticos postruminal o in-

cluso ruminal para mejorar la salud del ganado lechero maduro.

Los productos de levadura han recibido una buena cantidad de estudios y tienen potencial para ser usados como suplementos que promueven la salud en el ganado lechero. La mayoría de los estudios han evaluado el efecto de *Saccharomyces cerevisiae*, pero ha habido algún trabajo con otros organismos como *S. boulardii* y *Aspergillus oryzae*. Los estudios indican que la alimentación con suplementos de levadura altera el microbioma del rumen y puede aumentar tanto la digestión de fibras como el pH del rumen (Chaucheyras-Durand and Durand, 2010; Pinloche *et al.*, 2013). La levadura parece funcionar principalmente como un prebiótico porque ocurren cambios similares en la digestión tanto si la levadura está viva como si está muerta, aunque puede haber un ligero beneficio en la forma probiótica viva (Oeztuerk *et al.*, 2005; Oeztuerk, 2009). El trabajo en monogástricos indica que además de alterar el microbioma intestinal, la suplementación de levaduras puede beneficiar la salud del huésped a través de la interacción de las partes de carbohidratos de levadura (principalmente oligosacáridos β-glucomananos) con la mucosa intestinal. Se cree que estas variedades pueden unirse a los receptores de patógenos y, al hacerlo, alterar la funcionalidad de la mucosa para aumentar la función de barrera y la resistencia de los patógenos (Munyaka *et al.*, 2012). En lechones, la alimentación con *S. boulardii* vivo redujo la translocación de *Escherichia coli* por vía oral a través de la mucosa intestinal y en los ganglios linfáticos mesentéricos (Lessard *et al.*, 2009). En pollos de engorde no impugnados, la alimentación con un producto comercial derivado de levaduras dio lugar a una disminución de los niveles de ARNm de citoquinas inflamatorias en el íleon y el ciego (Munyaka *et al.*, 2012). En otro estudio de pollos de engorde, la alimentación con *S. boulardii* vivo aumentó la densidad de células caliciformes en el yeyuno, los niveles de ARNm de unión estrecha en el yeyuno y el íleon, y la concentración secretora de IgA en el yeyuno (Rajput *et al.*, 2013). La alimentación de levaduras vivas o productos de levadura al ganado lechero puede tener una capacidad similar para mejorar la salud animal al aumentar la función de barrera mucosa y alterar la actividad de GALT. La inclusión de *S. cerevisiae* en el grano demostró mejorar la salud de los terneros jóvenes (Magalhaes *et al.*, 2008). En un estudio que utilizó novillos Holstein, encontramos que la infusión de *S. boulardii* en el abomaso fue capaz de reducir los cambios en los ácidos grasos volátiles fecales y en el pH después de un desafío de oligofructosa (Gressley *et al.*, no publicado). La evidencia más convincente de que la levadura puede tener un beneficio para la salud en el ganado lechero de más edad proviene de datos relacionados con un producto comercialmente disponible, OmniGen-AF (Prince Agri Products, Inc.), que incluye levadura entre otros ingredientes patentados Las vacas alimentadas con este producto tienen mejoras en la función de los neutrófilos, como lo demuestran los cambios en la expresión de los genes, incluida la L-selectina, y el aumento de la respuesta in vitro de los neutrófilos a la *E. coli* (Wang *et al.*, 2009; Ryman *et al.*, 2013). La evidencia anecdótica también sugiere que OmniGen-AF puede ser beneficioso para prevenir el síndrome intestinal hemorrágico.

En los terneros, los probióticos bacterianos como las bacterias productoras de ácido láctico pueden ayudar a reducir el crecimiento intestinal de los microorganismos patógenos, pero se ha trabajado poco para evaluar los posibles beneficios para la salud de los organismos probióticos en los animales lecheros más viejos (Chaucheyras-Durand and Durand, 2010). Según lo revisado por Ashraf y Shah (2014), *Lactobacillus* spp. y *Bifidobacterium* spp. alimentados como probióticos a roedores y seres humanos tienen una gama de efectos inmunoestimulantes medidos experimentalmente, entre los que se incluyen la mejora de la función de los glóbulos blancos, el aumento de la producción de anticuerpos y la mejora de las respuestas a los desafíos de los patógenos. Además, los productos comerciales para humanos con *Bifidobacterium animalis*, *Lactobacillus* spp., *Bacillus clausii*, *S. boulardii*, *Clostridium butyricum* o *E. coli* han demostrado clínicamente su eficacia en el tratamiento de una variedad de trastornos gastrointestinales a través de su capacidad para alterar el microbioma intestinal, la función de la mucosa o la actividad de GALT (Vieira *et al.*, 2013). Ha habido algunos estudios que han encontrado efectos inmunomoduladores de los probióticos cuando se administran a rumiantes maduros. Un estudio en novillos de engorde alimentados con dietas altas en concentrados encontró que las cepas de *Propionibacterium* o *Enterococcus faecium* alteraron las concentraciones circulantes de proteínas de fase aguda (Emmanuel *et al.*, 2007). Otro estudio que alimentó a las vacas lecheras lactantes con *Bacillus subtilis natto* sugirió que una cantidad suficiente de los organismos suministrados llegaron a los intestinos intactos para afectar la fermentación intestinal, como lo demuestra un cambio en el amoníaco fecal y un cambio en el microbioma fecal (Song *et al.*, 2014). Los probióticos suministrados al ganado lechero, tanto intactos o en forma protegida, pueden tener beneficios similares a los observados en los monogástricos para la salud intestinal y la salud general.

4. CONCLUSIONES

Una variedad de suplementos alimenticios tiene el potencial de mejorar la salud del ganado lechero. El aumento de los niveles de suplementación o la biodisponibilidad de ciertos oligoelementos y vitaminas puede mejorar varias medidas de la función inmunitaria y la salud. Otros suplementos que incluyen probióticos y prebióticos pueden mejorar la salud al estimular cambios en el microbioma ruminal o intestinal que aumentan la integridad de la barrera mucosa y alteran la actividad del GALT para aumentar la inmunidad sistémica. Como se mencionó anteriormente, existe una gama de herramientas nutricionales que pueden ser utilizadas para mejorar la salud de las vacas lecheras. Las vacas en transición son más propensas a beneficiarse de los suplementos inmunoestimulantes debido a una función inmunológica deprimida y una mayor susceptibilidad a la enfermedad. Sin embargo, los efectos de los complementos alimenticios en la salud animal tienden a ser sutiles y es poco probable que los cambios individuales tengan efectos dramáticos en las medidas contra la enfermedad. Además, las respuestas individuales de los animales y del rebaño a un suplemento alimenticio variarán dependiendo de los factores de manejo y de los factores ambientales estresantes. Sin embargo, a medida que nuestra comprensión de la eficacia y el mecanismo de acción de varios suplementos continúan creciendo, también lo hará el potencial del nutricionista para equilibrar las raciones para la salud y el rendimiento

BIBLIOGRAFÍA

En la version inglesa

ENGLISH VERSION

POTENTIAL FOR GUT-ACTING FEED SUPPLEMENTS TO ENHANCE DAIRY COW HEALTH

Tanya F. Gressley

INTRODUCTION

The classic role of the dairy cattle nutritionist is to formulate rations that meet animal performance requirements. However,

as the delicate interplay between animal nutrition and health continues to unfold, data are suggesting that dietary ingredients that do not meet specific nutrient requirements may still provide benefits to dairy cattle health. In ruminant nutrition, the best understood of these are certain minerals and vitamins that, when included either above current requirement levels or in more available forms, improve measures of animal health. In this example, the mineral or vitamin is absorbed and elicits a biological effect that boosts immune function. In addition to minerals and vitamins, specific supplemental fatty acids and amino acids can modify immune response and animal health. A more poorly understood area, but an area of active research, are those supplements that exert their effects entirely within the digestive tract. These include prebiotics and probiotics that modify microbial composition in the rumen and intestines and alter function of immune cells associated with the gut mucosa. Changes in function of these gut immune cells can cause downstream effects including an increase or decrease in gut mucosa integrity or activation or suppression of localized and systemic inflammation which in turn can affect whole animal health. This paper provides a brief discussion of some feed supplements that either improve or are suspected of improving dairy cattle health. The impact of nutrition on health is an area of active research and will likely yield additional nutritional tools to improve health of our dairy herds.

SYSTEMICALLY-ACTING FEED SUPPLEMENTS

Minerals and vitamins are the most well documented feed supplements that can enhance animal health. Although there are clearly benefits when animals are switched from a deficient state to a sufficient state, there is some evidence that supplementation of certain minerals and vitamins above current requirement levels may also provide benefits. In the case of trace mineral supplements, there is also evidence that chemical composition and consequent biological availability also impact health.

Lactating and transition dairy cows are under considerable oxidative stress. Intracellular and extracellular antioxidants function to neutralize free radicals and prevent damage to cells and their membranes. However, antioxidant systems cannot completely eliminate free radicals, and indicators of oxidative damage typically increase during periods of high oxidative stress including transition, heavy lactation, and heat stress. White blood cells are believed to be particularly susceptible to oxidative damage due to relatively high concentrations of unsaturated fatty acids on their membranes. Therefore, immune function may be compromised by oxidative stress more quickly than other biological systems.

Many of the trace minerals and vitamins that enhance cow health act at least in part through their function in antioxidant systems. Copper, manganese, and zinc all serve as cofactors for superoxide dismutase, an enzyme responsible for converting superoxide into oxygen and hydrogen peroxide. When heifers were marginally deficient in copper status, supplementation with copper sulfate improved clinical response to an intramammary *E. coli* challenge (Scaletti *et al.*, 2003). In a subsequent study, supplementation using copper proteinate resulted in an improved response to the *E. coli* challenge compared to copper sulfate, suggesting a greater bioavailability of the organic proteinate than the inorganic sulfate (Scaletti and Harmon, 2012). In addition to zinc's function in superoxide dismutase, it is also a component of multiple enzymes and transcription factors and is important for a wide range of biological functions including the maintenance of dermal and hoof integrity. A study by Cope *et al.* (2009) found that lactating dairy cows fed diets below predicted requirements for zinc had increased somatic cell counts and milk amyloid A (an acute phase protein used as an indicator of systemic inflammation) compared to cows fed supplemental zinc. Since copper, manganese, and zinc all serve as cofactors in different forms of superoxide dismutase, multiple studies have evaluated the effect of changing level or bioavailability of all three of these on animal performance. We conducted a study using lactating cows that were supplemented with copper, manganese, and zinc in either inorganic sulfate or organic amino acid chelate forms (Nemec *et al.*, 2012). Although we found no treatment effect on in vitro measures of neutrophil function, we did find an improved antibody response to vaccination against a foreign antigen for the cows fed the chelated forms compared to the sulfate forms. A recent study compared steers fed diets supplemented with amino acid complexed forms of copper, manganese, and zinc to steers fed diets with lower levels of those minerals (Gomez *et al.*, 2014). There were also differences in cobalt and iodine supplementation between the two diets. That study found a benefit in hoof health for those steers fed the chelated minerals as evidenced by improved response to a digital dermatitis challenge (Gomez *et al.*, 2014). Selenium also performs antioxidant functions primarily by acting as a cofactor for thioredoxin reductase enzymes that convert hydrogen peroxide to water. Some studies have found that marginal selenium status in dairy cattle is associated with increased milk somatic cell count and impaired white blood cell function (Hogan *et al.*, 1993; Spears and Weiss, 2008). Dairy cattle selenium requirements are 0.3 mg/kg which is also the maximum supplementation level allowed (NRC, 2001). Though dietary selenium cannot be increased beyond this maximum, feeding selenium yeast instead of inorganic selenium provides a means to increase selenium absorption (Weiss and Hogan, 2005).

Vitamins E and C benefit dairy cattle health through their antioxidant activities. Vitamin E is a lipid soluble antioxidant that helps to stop free radical damage of lipids. Periparturient supplementation of vitamin E above NRC requirements can enhance neutrophil function and improve mammary gland health (Hogan *et al.*, 1993; Spears and Weiss, 2008). Vitamin C is the primary water-soluble antioxidant and is important for regeneration of vitamin E. In addition, vitamin C serves a cofactor role in enzymes including several involved in collagen synthesis and, therefore, integrity of the skin. Weiss and Hogan (2007) supplemented periparturient cows with vitamin C and then subjected them to an intramammary lipopolysaccharide infusion a month following calving. Although supplementation did not affect measures of neutrophil function, it did reduce the elevation in somatic cell count following the intramammary challenge.

Vitamins and minerals without antioxidant activities can also benefit animal health. Vitamin A functions as a component of transcription factors that have a variety of downstream effects on growth, physiology, and health. Additional supplementation of vitamin A or precursors of vitamin A including β-carotene may have immunostimulatory activities and benefit mammary gland and uterine health (Spears and Weiss, 2008). β-carotene and other carotenoids also have antioxidant activities and may support immune health independent of their role as vitamin A precursors. Similar to vitamin C, B vitamins have not classically been supplemented to ruminant diets due to their synthesis by rumen microbes. There is some evidence that supplemental biotin may benefit hoof health in addition to a positive effect on milk production (Lean and Rabiee, 2011). Other B vitamins such as B12 or folic acid may potentially improve animal health as well. In addition to its actions on calcium homeostasis, vitamin D also directly moderates immune function. Nelson *et al.* (2010)

found that bovine monocytes can both produce and respond to the active form of vitamin D, and another study by the same group found that cows were provided with some protection against an intramammary *S. uberis* challenge when a vitamin D precursor was administered in conjunction with the bacteria (Lippolis *et al.*, 2011). Supplemental chromium may also benefit immune function due to its role in regulating insulin sensitivity. Both insulin sensitivity and immune function are suppressed in transition cows, and it is possible that supplementation with chromium to improve insulin sensitivity may have a positive effect on immune function. One study found that chromium supplementation to periparturient cows increased serum antibody response to a foreign antigen and in vitro lymphocyte proliferation (Burton *et al.*, 1993), and a recent study suggested an improvement in uterine health following periparturient supplementation with chromium propionate (Yasui *et al.*, 2014).

Minerals and vitamins are not the only supplements that can be absorbed and have beneficial effects on dairy cow health. Supplements commonly adopted in transition cow programs such as anionic salts and propylene glycol drenches have proven efficacy in improving transition cow health. The effect of supplemental dietary fatty acids on animal health is an area of active research and the interplay between lipid metabolism and health will be discussed by the next presenter at this conference. Additional supplementation of individual amino acids may also improve health as evidenced by improved measures of immune function in dairy cows supplemented with glutamine or methionine (Caroprese *et al.*, 2013; Osorio *et al.*, 2013). Supplementation of diets with mycotoxin binders can also enhance immune function. Although the binders themselves are not systemically active, they prevent the systemic effects of mycotoxins in the feed which tend to be immunosuppressive (Sharma, 1993; Mehrzad *et al.*, 2011). If sufficient quantities of mycotoxins are present in the feed to elicit a negative immune response, then addition of mycotoxin binders can help to minimize these effects. Efficacy of an individual mycotoxin binder will depend on characteristics of the binder and the extent that it can neutralize the class of mycotoxin present.

GUT-ACTING FEED SUPPLEMENTS

Interplay between the gut mucosa, the microbiome, and inflammatory disease. A field of intense research in human health is the relationship among diet composition, gut microbiota, intestinal mucosa, and whole-animal health. Although data on these relationships are just beginning to emerge in production animals, it is likely that some of the findings from monogastric species will drive future supplementation strategies.

The intestinal mucosa is made up of different classes of epithelial cells. The cells in the greatest numbers are the columnar epithelial cells responsible for the absorption of dietary nutrients. Tight junctions between columnar epithelial cells are crucial for forming the physical barrier between the tissue and digesta. Interspersed among the columnar epithelial cells are a variety of specialized cells that help to protect the tissue from bacteria and toxins within the gut lumen. Goblet cells produce mucus that adheres to the luminal side of epithelial cells and provides an additional physical barrier. The mucus also houses a variety of bactericidal and bacteriostatic agents that prevent colonization by microbes that penetrate the mucus barrier. Many of these antimicrobial agents originate from Paneth cells that produce different compounds in response to stimuli from gut contents or surrounding cells. These antimicrobial agents include peptide defensin molecules as well as antimicrobial enzymes. M cells are another specialized class of epithelial cell that sample particulates from the gut lumen and present them to underlying immune cells.

Gut associated lymphoid tissue (GALT) consists of structures of white blood cells that are found throughout the digestive tract in close association with the epithelial cells. These range in size from large Peyer's patches to small isolated lymphoid follicles and consist of clusters of B and T lymphocytes interspersed with dendritic cells and phagocytes (Goto and Kiyono, 2012). Antigen presentation from M cells or dendritic cells causes B cells to be activated to IgA-secreting plasma cells. Secretory IgA then exits the columnar epithelial cells via transcytosis where it accumulates in the mucus to prevent attachment and translocation of target bacteria (Kamada *et al.*, 2013). T cells in germinal centers within the gut associated lymphoid tissue are activated by receptor binding of microbial products and locally produced cytokines. In a healthy animal, tolerance of commensal gut microorganisms is facilitated by T cells with a regulatory phenotype that tend to suppress inflammatory responses by surrounding cells (Littman and Pamer, 2011). In some disease states associated with chronic inflammation there is a shift in microbiome composition and intestinal T cells move more towards pro-inflammatory Th17 phenotypes (Littman and Pamer, 2011).

Activities of lymphocytes and phagocytes within the healthy GALT respond to the microbiome to elicit appropriate responses: tolerance and local immunosuppression in response to commensal organisms and inflammation and immune activation in response to a microbial threat. Binding of bacterial components to pathogen recognition receptors such as toll like receptors (TLR) and NOD-like receptors (NLR) is essential for homeostasis. Normal development of GALT structures is dependent upon functional pathogen recognition by these receptors. In addition to promoting proper GALT development, a symbiotic mix of commensal bacteria promotes mucus production and barrier function of the epithelium and inhibits colonization by competitive organisms (Kamada *et al.*, 2013). The effects of the microbiome on GALT and mucosal functions are not only through direct interactions of microbial components with receptors but also through products of symbiotic microbes including short chain fatty acids (Brestoff and Artis, 2013). Dysbiosis, an unhealthy shift in microbiome composition, can down-regulate these protective functions, stimulate mucosal inflammation, and potentiate colonization by pathogenic organisms. In humans, some disease states including inflammatory bowel disease are associated with a complete shift in intestinal population structure (Koboziev *et al.*, 2014).

Work in rodent models is beginning to demonstrate that chronic inflammatory diseases including metabolic syndrome, diabetes, and atherosclerosis are associated with shifts in intestinal microbiota (Caesar *et al.*, 2012; Vieira *et al.*, 2013). Although cause and effect are unclear, in certain instances transfer of healthy microflora to a sick individual can restore health and transfer of microbiota from a sick donor to a healthy recipient can cause disease. For example, mice lacking TLR5, a receptor that recognizes bacterial flagellin, developed metabolic syndrome and altered intestinal microbiome compared to wild-type mice (Vijay-Kumar *et al.*, 2010). When their gut contents were transferred to healthy germ-free wild-type mice, the recipient mice developed characteristics of metabolic syndrome as well, indicating that the microbiome is important in both maintaining health and contributing to disease states. Such findings could be of relevance in the cow also, particularly in the transition period when cows experience some symptoms of metabolic syndrome including decreased insulin sensitivity, increased glucose tolerance, and increased mobilization of fatty acids.

Data in dairy cows. The interaction between changes in gut mi-

crobiome and dairy cattle health is most well documented as it relates to rumen acidosis and sub-acute rumen acidosis (SARA). A switch to a high grain diet or induction of SARA induces dramatic changes in the rumen fluid microbiome and in population structure of bacteria adhered to the rumen epithelium (Khafipour *et al.*, 2009b; Chen *et al.*, 2011). Sub-acute rumen acidosis-inducing diets also increase flow of fermentable carbohydrates to the intestines. This results in shifts in the intestinal microbiome as demonstrated by changes in fecal bacterial composition (Mao *et al.*, 2012). These shifts in gastrointestinal bacterial communities in response to SARA are believed to be a key first step in the negative impacts of SARA on animal health and performance. In addition to the microbiome shift, acidosis also increases concentration of toxic and inflammatory compounds in the digesta (Ametaj *et al.*, 2010; Li *et al.*, 2012; Saleem *et al.*, 2012) concurrent with a decrease in barrier function of rumen epithelium (Steele *et al.*, 2011). Because the intestinal epithelium is composed of only a single layer of epithelial cells, systemic entry of bacteria or toxins in response to SARA may be more likely to occur in the intestinal mucosa than in the rumen. In fact, Khafipour *et al.* (2009a) found the timing of the presence of lipopolysaccharide in the blood following a SARA challenge suggested entry through the intestines instead of the rumen. Shifts in the microbiome, accumulation of toxins in the digesta, and mucosal damage in response to SARA likely shift nearby GALT structures from an anti-inflammatory to a pro-inflammatory state, which, based on rodent models, may result in further damage to the mucosa and systemic inflammation. This may be a contributing factor to the increase in circulating acute phase proteins observed in response to grain-based SARA challenges (Plaizier *et al.*, 2008). Systemic inflammation resulting from SARA likely contributes to the negative impacts of SARA on animal health. Therefore, supplements currently used to maintain rumen pH including sodium bicarbonate, sodium sesquicarbonate, magnesium oxide, and yeast products could help to improve animal health by decreasing microbiome shift and reducing gut inflammation. Other supplements that can alter the rumen microbiome and potentially impact animal health include ionophores and essential oils.

Feeding of prebiotics and probiotics to monogastric animals can shift the intestinal microbiome, alter activities of GALT, and improve animal health. Although determining those effects in ruminants is a bit more complicated due to pregastric fermentation, it is likely that health benefits to feeding some prebiotics and probiotics would benefit dairy cattle health as well. We have shown that postruminal administration of oligofructose or pectin, both researched for their potential role as prebiotics in monogastrics, alter intestinal microbiome as reflected indirectly by shifts in fecal pH and volatile fatty acid composition (Gressley and Armentano, 2005; Mainardi *et al.*, 2011). In mice, oligofructose fed as a prebiotic at 10% of the diet had positive effects on animal health as measured by decreases in gut and systemic inflammation and decreases in gut permeability (Cani *et al.*, 2009). Although prebiotic use in dairy animals is currently limited mainly to milk replacer, there may be potential for postruminal or even ruminal supplementation of prebiotics to improve health of mature dairy cattle.

Yeast products have received a fair amount of study and have potential to be used as health promoting supplements in dairy cattle. Most studies have evaluated the effect of *Saccharomyces cerevisiae*, but there has been some work with other organisms including *S. boulardii* and *Aspergillus oryzae*. Studies indicate that feeding yeast supplements alters the rumen microbiome and can increase both fiber digestion and rumen pH (Chaucheyras-Durand and Durand, 2010; Pinloche *et al.*, 2013). Yeast seem to function primarily as a prebiotic because similar changes in digestion occur whether yeast are alive or dead, although there can be a slight benefit to the live probiotic form (Oeztuerk *et al.*, 2005; Oeztuerk, 2009). Work in monogastrics indicates that in addition to altering the intestinal microbiome yeast supplementation can benefit host health through interaction of yeast carbohydrate moieties (primarily mannan oligosaccharides β-glucans) with the gut mucosa. It is believed that these moieties can bind to pathogen receptors and, in so doing, alter functionality of the mucosa to increase barrier function and pathogen resistance (Munyaka *et al.*, 2012). In piglets, feeding of live *S. boulardii* reduced translocation of orally gavaged *Escherichia coli* across the gut mucosa and into the mesenteric lymph nodes (Lessard *et al.*, 2009). In non-challenged broilers, feeding a commercial yeast derived product resulted in decreased mRNA levels of inflammatory cytokines in the ileum and cecum (Munyaka *et al.*, 2012). In another broiler study, feeding of live *S. boulardii* increased goblet cell density in the jejunum, tight junction mRNA levels in the jejunum and ileum, and secretory IgA concentration in the jejunum (Rajput *et al.*, 2013). Feeding of live yeast or yeast products to dairy cattle may have a similar ability to enhance animal health by increasing mucosal barrier function and altering GALT activity. Inclusion of *S. cerevisiae* into grain was shown to improve health of young calves (Magalhaes *et al.*, 2008). In a study using Holstein steers, we found that abomasal infusion of *S. boulardii* was able to reduce fecal volatile fatty acid and pH changes following an oligofructose challenge (Gressley *et al.*, unpublished). The most convincing evidence that yeast may have a health benefit in older dairy cattle comes from data related to a commercially available product, OmniGen-AF (Prince Agri Products, Inc.), that includes yeast among other proprietary ingredients. Cows fed this product have improvements in neutrophil function as evidenced by changes in expression of genes including L-selectin and increased in vitro response of neutrophils to *E. coli* (Wang *et al.*, 2009; Ryman *et al.*, 2013). Anecdotal evidence also suggests that OmniGen-AF may be beneficial in preventing hemorrhagic bowel syndrome.

In calves, bacterial probiotics such as lactic acid producing bacteria may help to reduce intestinal growth of pathogenic microorganisms, but there has been little work to evaluate potential health benefits of probiotic organisms in older dairy animals (Chaucheyras-Durand and Durand, 2010). As reviewed by Ashraf and Shah (2014), *Lactobacillus* spp. and *Bifidobacterium* spp. fed as probiotics to rodents and humans have a range of experimentally measured immunostimulating effects including enhanced white blood cell function, increased antibody production, and improved responses to pathogen challenges. In addition, commercial products for humans with active *Bifidobacterium animalis*, *Lactobacillus* spp., *Bacillus clausii*, *S. boulardii*, *Clostridium butyricum*, or *E. coli* have clinically proven efficacy in treating a range of gastrointestinal disorders through their abilities to alter the gut microbiome, mucosal function, or GALT activity (Vieira *et al.*, 2013). There have been some studies that have found immunomodulating effects of probiotics when fed to mature ruminants. A study in feedlot steers fed high concentrate diets found that feeding strains of *Propionibacterium* or *Enterococcus faecium* altered circulating concentrations of acute phase proteins (Emmanuel *et al.*, 2007). Another study that fed *Bacillus subtilis natto* to lactating dairy cows suggested that a sufficient quantity of the fed organisms reached the intestines intact to affect intestinal fermentation as evidenced by a change in fecal ammonia and a shift in fecal microbiome (Song

et al., 2014). Probiotics fed either intact or in ruminally protected forms to dairy cattle may have similar benefits to intestinal and overall health as observed in monogastrics.

CONCLUSIONS

A variety of feed supplements have the potential to improve health of dairy cattle. Increasing supplementation levels or bioavailability of certain trace minerals and vitamins can improve various measures of immune function and health. Other supplements including probiotics and prebiotics can improve health by stimulating shifts in the ruminal or intestinal microbiome that increase mucosal barrier integrity and alter GALT activity to boost systemic immunity. As reviewed above, a range of nutritional tools exist that can be used to improve health of dairy cows. Transition cows are more likely to benefit from immunostimulatory supplements due to depressed immune function and increased disease susceptibility. However, effects of feed supplements on animal health tend to be subtle and individual changes are unlikely to have dramatic effects on disease measures. Also, individual animal and herd responses to a feed supplement will vary depending upon management factors and environmental stressors. However, as our understanding of efficacy and mechanism of action of various supplements continues to grow so will the potential for the nutritionist to balance rations for health as well as performance.

REFERENCES

- Ametaj, B. N., Q. Zebeli, F. Saleem, N. Psychogios, M. J. Lewis, S. M. Dunn, J. G. Xia, and D. S. Wishart. 2010. Metabolomics reveals unhealthy alterations in rumen metabolism with increased proportion of cereal grain in the diet of dairy cows. Metabolomics 6:583-594.
- Ashraf, R. and N. P. Shah. 2014. Immune system stimulation by probiotic microorganisms. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 54:938-956.
- Brestoff, J. R. and D. Artis. 2013. Commensal bacteria at the interface of host metabolism and the immune system. Nature Immunol. 14:676-684.
- Burton, J. L., B. A. Mallard, and D. N. Mowat. 1993. Effects of supplemental chromium on immune responses of periparturient and early lactation dairy cows. J. Anim. Sci. 71:1532-1539.
- Caesar, R., C. S. Reigstad, H. K. Backhed, C. Reinhardt, M. Ketonen, G. O. Lunden, P. D. Cani, and F. Backhed. 2012. Gut-derived lipopolysaccharide augments adipose macrophage accumulation but is not essential for impaired glucose or insulin tolerance in mice. Gut 61:1701-1707.
- Cani, P. D., S. Possemiers, T. Van de Wiele, Y. Guiot, A. Everard, O. Rottier, L. Geurts, D. Naslain, A. Neyrinck, D. M. Lambert, G. G. Muccioli, and N. M. Delzenne. 2009. Changes in gut microbiota control inflammation in obese mice through a mechanism involving GLP-2-driven improvement of gut permeability. Gut 58:1091-1103.
- Caroprese, M., M. Albenzio, R. Marino, A. Santillo, and A. Sevi. 2013. Dietary glutamine enhances immune responses of dairy cows under high ambient temperature. J. Dairy Sci. 96:3002-3011.
- Chaucheyras-Durand, F. and H. Durand. 2010. Probiotics in animal nutrition and health. Benef. Microbes 1:3-9.
- Chen, Y. H., G. B. Penner, M. J. Li, M. Oba, and L. L. Guan. 2011. Changes in bacterial diversity associated with epithelial tissue in the beef cow rumen during the transition to a high-grain diet. Appl. Environ. Microb. 77:5770-5781.
- Cope, C. M., A. M. Mackenzie, D. Wilde, and L. A. Sinclair. 2009. Effects of level and form of dietary zinc on dairy cow performance and health. J. Dairy Sci. 92:2128-2135.
- Emmanuel, D. G. V., A. Jafari, K. A. Beauchemin, J. A. Z. Leedle, and B. N. Ametaj. 2007. Feeding a combination of lactate-utilizing and lactate-producing bacteria modulates acute phase response in feedlot steers. Can. J. Anim. Sci. 87:251-257.
- Gomez, A., N. Bernardoni, J. Rieman, A. Dusick, R. Hartshorn, D. H. Read, M. T. Socha, N. B. Cook, and D. Dopfer. 2014. A randomized trial to evaluate the effect of a trace mineral premix on the incidence of active digital dermatitis lesions in cattle. J. Dairy Sci. 97:6211-6222.
- Goto, Y. and H. Kiyono. 2012. Epithelial barrier: an interface for the cross-communication between gut flora and immune system. Immunol. Rev. 245:147-163.
- Gressley, T. F. and L. E. Armentano. 2005. Effect of abomasal pectin infusion on digestion and nitrogen balance in lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 88:4028-4044.
- Hogan, J. S., W. P. Weiss, and K. L. Smith. 1993. Role of vitamin-E and selenium in host-defense against mastitis. J. Dairy Sci. 76:2795-2803.
- Kamada, N., S. U. Seo, G. Y. Chen, and G. Nunez. 2013. Role of the gut microbiota in immunity and inflammatory disease. Nat. Rev. Immunol. 13:321-335.
- Khafipour, E., D. O. Krause, and J. C. Plaizier. 2009a. A grain-based subacute ruminal acidosis challenge causes translocation of lipopolysaccharide and triggers inflammation. J. Dairy Sci. 92:1060-1070.
- Khafipour, E., S. Li, J. C. Plaizier, and D. O. Krause. 2009b. Rumen microbiome composition determined using two nutritional models of subacute ruminal acidosis. Appl. Environ. Microbiol. 75:7115-7124.
- Koboziev, I., C. R. Webb, K. L. Furr, and M. B. Grisham. 2014. Role of the enteric microbiota in intestinal homeostasis and inflammation. Free Radical Bio. Med. 68:122-133.
- Lean, I. J. and A. R. Rabiee. 2011. Effect of feeding biotin on milk production and hoof health in lactating dairy cows: A quantitative assessment. J. Dairy Sci. 94:1465-1476.
- Lessard, M., M. Dupuis, N. Gagnon, E. Nadeau, J. J. Matte, J. Goulet, and J. M. Fairbrother. 2009. Administration of *Pediococcus acidilactici* or *Saccharomyces cerevisiae boulardii* modulates development of porcine mucosal immunity and reduces intestinal bacterial translocation after *Escherichia coli* challenge. J. Anim. Sci. 87:922-934.
- Li, S., E. Khafipour, D. O. Krause, A. Kroeker, J. C. Rodriguez-Lecompte, G. N. Gozho, and J. C. Plaizier. 2012. Effects of subacute ruminal acidosis challenges on fermentation and endotoxins in the rumen and hindgut of dairy cows. J. Dairy Sci. 95:294-303.
- Lippolis, J. D., T. A. Reinhardt, R. A. Sacco, B. J. Nonnecke, and C. D. Nelson. 2011. Treatment of an intramammary bacterial infection with 25-hydroxyvitamin D-3. PLoS One 6(10). DOI 10.1371/journal.pone.0025479
- Littman, D. R. and E. G. Pamer. 2011. Role of the commensal microbiota in normal and pathogenic host immune responses. Cell Host Microbe 10:311-323.
- Magalhaes, V. J., F. Susca, F. S. Lima, A. F. Branco, I. Yoon, and J. E. Santos. 2008. Effect of feeding yeast culture on performance, health, and immunocompetence of dairy

calves. J. Dairy Sci. 91:1497-1509.

- Mainardi, S. R., B. A. Hengst, S. J. Nebzydoski, L. M. Nemec, and T. F. Gressley. 2011. Effects of abomasal oligofructose on blood and feces of Holstein steers. J. Anim. Sci. 89:2510-2517.
- Mao, S. Y., R. Y. Zhang, D. S. Wang, and W. Y. Zhu. 2012. The diversity of the fecal bacterial community and its relationship with the concentration of volatile fatty acids in the feces during subacute rumen acidosis in dairy cows. BMC Vet. Res. 8.
- Mehrzad, J., G. Klein, J. Kamphues, P. Wolf, N. Grabowski, and H. J. Schuberth. 2011. In vitro effects of very low levels of aflatoxin B-1 on free radicals production and bactericidal activity of bovine blood neutrophils. Vet. Immunol. Immunopathol. 141:16-25.
- Munyaka, P. M., H. Echeverry, A. Yitbarek, G. Camelo-Jaimes, S. Sharif, W. Guenter, J. D. House, and J. C. Rodrigez-Lecompte. 2012. Local and systemic innate immunity in broiler chickens supplemented with yeast-derived carbohydrates. Poultry Sci. 91:2164-2172.
- Nelson, C. D., T. A. Reinhardt, T. C. Thacker, D. C. Beitz, and J. D. Lippolis. 2010. Modulation of the bovine innate immune response by production of 1 alpha,25-dihydroxyvitamin D-3 in bovine monocytes. J. Dairy Sci. 93:1041-1049.
- Nemec, L. M., J. D. Richards, C. A. Atwell, D. E. Diaz, G. I. Zanton, and T. F. Gressley. 2012. Immune responses in lactating Holstein cows supplemented with Cu, Mn, and Zn as sulfates or methionine hydroxy analogue chelates. J. Dairy Sci. 95:4568-4577.
- NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- Oeztuerk, H. 2009. Effects of live and autoclaved yeast cultures on ruminal fermentation in vitro. J. Anim. Feed Sci. 18:142-150.
- Oeztuerk, H., B. Schroeder, M. Beyerbach, and G. Breves. 2005. Influence of living and autoclaved yeasts of *Saccharomyces boulardii* on in vitro ruminal microbial metabolism. J. Dairy Sci. 88:2594-2600.
- Osorio, J. S., P. Ji, J. K. Drackley, D. Luchini, and J. J. Loor. 2013. Supplemental Smartamine M or MetaSmart during the transition period benefits postpartal cow performance and blood neutrophil function. J. Dairy Sci. 96:6248-6263.
- Pinloche, E., N. McEwan, J. P. Marden, C. Bayourthe, E. Auclair, and C. J. Newbold. 2013. The effects of a probiotic yeast on the bacterial diversity and population structure in the rumen of cattle. PLoS One 8(7). DOI 10.1371/journal.pone.0067824
- Plaizier, J. C., D. O. Krause, G. N. Gozho, and B. W. McBride. 2008. Subacute ruminal acidosis in dairy cows: the physiological causes, incidence and consequences. Vet. J. 176:21-31.
- Rajput, I. R., L. Y. Li, X. Xin, B. B. Wu, Z. L. Juan, Z. W. Cui, D. Y. Yu, and W. F. Li. 2013. Effect of *Saccharomyces boulardii* and *Bacillus subtilis B10* on intestinal ultrastructure modulation and mucosal immunity development mechanism in broiler chickens. Poultry Sci. 92:956-965.
- Ryman, V. E., S. C. Nickerson, F. M. Kautz, D. J. Hurley, L. O. Ely, Y. Q. Wang, and N. E. Forsberg. 2013. Effect of dietary supplementation on the antimicrobial activity of blood leukocytes isolated from Holstein heifers. Res Vet Sci 95:969-974.
- Saleem, F., B. N. Ametaj, S. Bouatra, R. Mandal, Q. Zebeli, S. M. Dunn, and D. S. Wishart. 2012. A metabolomics approach to uncover the effects of grain diets on rumen health in dairy cows. J. Dairy Sci. 95:6606-6623.
- Scaletti, R. W. and R. J. Harmon. 2012. Effect of dietary copper source on response to coliform mastitis in dairy cows. J. Dairy Sci. 95:654-662.
- Scaletti, R. W., D. S. Trammell, B. A. Smith, and R. J. Harmon. 2003. Role of dietary copper in enhancing resistance to *Escherichia coli* mastitis. J. Dairy Sci. 86:1240-1249.
- Sharma, R. P. 1993. Immunotoxicity of mycotoxins. J. Dairy Sci. 76:892-897.
- Song, D. J., H. Y. Kang, J. Q. Wang, H. Peng, and D. P. Bu. 2014. Effect of feeding *Bacillus subtilis natto* on hindgut fermentation and microbiota of Holstein dairy cows. Asian Austral. J. Anim. Sci. 27:495-502.
- Spears, J. W. and W. P. Weiss. 2008. Role of antioxidants and trace elements in health and immunity of transition dairy cows. Vet. J. 176:70-76.
- Steele, M. A., J. Croom, M. Kahler, O. AlZahal, S. E. Hook, K. Plaizier, and B. W. McBride. 2011. Bovine rumen epithelium undergoes rapid structural adaptations during grain-induced subacute ruminal acidosis. Am. J. Physiol.-Reg. I. 300:R1515-R1523.
- Vieira, A. T., M. M. Teixeira, and F. S. Martins. 2013. The role of probiotics and prebiotics in inducing gut immunity. Front. Immunol. 4:445.
- Vijay-Kumar, M., J. D. Aitken, F. A. Carvalho, T. C. Cullender, S. Mwangi, S. Srinivasan, S. V. Sitaraman, R. Knight, R. E. Ley, and A. T. Gewirtz. 2010. Metabolic syndrome and altered gut microbiota in mice lacking toll-like receptor 5. Science 328:228-231.
- Wang, Y. Q., S. B. Puntenney, J. L. Burton, and N. E. Forsberg. 2009. Use of gene profiling to evaluate the effects of a feed additive on immune function in periparturient dairy cattle. J. Anim. Physiol. An. Nut. 93:66-75.
- Weiss, W. P. and J. S. Hogan. 2005. Effect of selenium source on selenium status, neutrophil function, and response to intramammary endotoxin challenge of dairy cows. J. Dairy Sci. 88:4366-4374.
- Weiss, W. P. and J. S. Hogan. 2007. Effects of dietary vitamin C on neutrophil function and responses to intramammary infusion of lipopolysaccharide in periparturient dairy cows. J. Dairy Sci. 90:731-739.
- Yasui, T., J. A. McArt, C. M. Ryan, R. O. Gilbert, D. V. Nydam, F. Valdez, K. E. Griswold, and T. R. Overton. 2014. Effects of chromium propionate supplementation during the periparturient period and early lactation on metabolism, performance, and cytological endometritis in dairy cows. J. Dairy Sci. 97:6400-6410.

ALMIDÓN FECAL COMO INDICADOR DE LA DIGESTIBILIDAD DEL TRACTO TOTAL EN VACAS LECHERAS EN LACTANCIA

R.D. Shaver[1] y S.M. Fredin[2]

1. Departamento de Ciencias Lácteas Universidad de Wisconsin Madison, WI
2. Adisseo USA Inc. Alpharetta, GA

El almidón es un nutriente denso en energía compuesto por unidades de glucosa unidas por un enlace glucosídico α-1,4. Típicamente, la mayor parte del almidón de la dieta es fermentado ruminalmente por las vacas lecheras, probablemente entre el 50 y el 80% de la ingesta de almidón. El almidón fermentado en el rumen genera más propionato que otros carbohidratos, y se utiliza tanto como fuente de energía como para apoyar la síntesis de la lactosa, un osmorregulador primario de la producción de leche. Además, el almidón fermentado en el rumen favorece una mayor síntesis de proteínas microbianas, un mayor flujo de proteínas metabolizables al intestino delgado y una mayor producción de proteínas lácteas. Sin embargo, demasiado almidón fermentado ruminalmente puede aumentar la acidosis subaguda del rumen y reducir el contenido de grasa de la leche, especialmente cuando se combina con dietas bajas en fibra de detergente neutra para forraje **(FDM**) y FDM físicamente efectiva **(FDMfe**). El almidón que no se fermenta en el rumen será digerido principalmente en el intestino delgado, suministrando glucosa para su uso como fuente de energía. El almidón restante no digerido en el rumen o en el intestino delgado estará disponible para la fermentación en el intestino grueso. El aumento de la digestión del almidón ruminal generalmente disminuye el almidón digerido post rumen, pero aumenta la digestión total de almidón del tracto **(TTSD**). Varios factores pueden influir la digestión total de almidón del tracto (TTSD), incluyendo el tipo de grano, el tamaño de las partículas, el procesamiento térmico, la madurez y el contenido de humedad en el ensilado, la duración del período de ensilado, la vitrosidad del grano o el contenido de prolamina, y la aplicación de enzimas exógenas. La determinación del almidón fecal es una herramienta de diagnóstico para los ganaderos lecheros, los nutricionistas y los veterinarios para hace un seguimiento de los cambios en la digestión del almidón dentro de sus rebaños a medida que los ingredientes de los alimentos y las dietas cambian.

La digestibilidad del almidón debe ser monitoreada rutinariamente para determinar si está ocurriendo una digestión adecuada. Se puede controlar la digestibilidad del almidón simplemente uno o dos veces al año o tan rutinariamente como se desee. Históricamente, la digestión del almidón se ha controlado mediante la evaluación cualitativa de la cantidad de granos enteros o trozos en el estiércol. El exceso de grano en el estiércol sugiere una mala digestión del almidón, lo que requería cambios en las dietas o un mejor procesamiento del grano. Más recientemente, la digestión del almidón en el tracto total se ha medido cuantitativamente analizando muestras fecales.

Se han desarrollado varias ecuaciones para estimar la digestión de almidón en el tracto total (TTSD) a partir del almidón fecal. En una revisión de la literatura, Owens y Zinn (2005) encontraron que, para vacas lecheras, el % TTSD = 98.2 - (0.93 × porcentaje de almidón fecal) para vacas lecheras. En 2006, J.D. Ferguson (Univ. of Penn Veterinary School, New Bolton Center, PA; *comunicación personal*) encontró que, en vacas lecheras, el % TTSD = 98.7 - (1.76 × % de almidón fecal).

Más recientemente, Fredin *et al.* (2014) encontró que, en vacas lecheras en lactancia, el % TTSD = 100.0 - (1.25 × % de almidón fecal). Debe esperarse que la intersección sea 100.0 ya que la cantidad máxima de almidón digerible es del 100%. El almidón fecal explicó casi toda la variación de la digestión de almidón en el tracto total (TTSD) (R^2 = 0,94), lo que sugiere que la medición del almidón fecal solo es adecuada para predecir el TTSD. Por lo tanto, no se deberían necesitar mediciones adicionales, como el contenido de almidón de la dieta o las concentraciones de marcadores de las heces o la dieta. Varios laboratorios ahora ofrecen ecuaciones de espectroscopia de reflectancia de infrarrojo cercano para predecir el almidón fecal, lo que permite un monitoreo más rápido y económico del TTSD.

Fredin (2015) actualizó la ecuación publicada en Fredin *et al.* (2014) al incluir datos individuales de las vacas de la Universidad de Wisconsin (Madison, WI; Fredin *et al.*, 2015a; Fredin *et al.*, 2015b) y del Miner Institute (Chazy, NY; Dann *et al.*, 2014; Farmer *et al.*, 2014). Estos estudios se añadieron a la ecuación original (Fredin *et al.*, 2014). La ecuación actualizada se presenta en la Figura 1. Debido a la presencia de heteroscedasticidad en el modelo de regresión actualizado para el TTSD y el almidón fecal, se incluyó un estimador de matriz por defecto consistente con la heteroscedasticidad para estimar adecuadamente el error estándar de la intersección y pendiente. La ecuación actualizada es: % TTSD = 99.8 - 1.23 × almidón fecal. La ecuación actualizada es notablemente similar a la ecuación original y sirve para confirmar la precisión de la ecuación original. Debido a la simplicidad de la ecuación original (TTSD = 100.0 - 1.25 × almidón fecal), se puede continuar usando para estimar el TTSD.

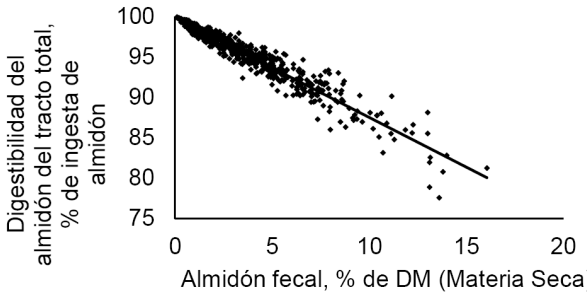


Figura 1. Gráfico de regresión del almidón fecal (% DM) y de la digestibilidad del almidón del tracto total (% de ingesta de almidón). La digestibilidad del almidón del tracto total = 99,8 (± 0,06) - 1,23 (± 0,02) × % almidón fecal; RMSE = 0,90; R^2 = 0,93; P < 0,001; n = 726.

El TTSD promedio del conjunto de datos utilizado en la ecuación actualizada fue del 95.7%. Este conjunto de datos contenía varios tratamientos diseñados para reducir la digestibilidad del almidón, tales como dietas que incluían ensilado de maíz sin procesar o granos de maíz molidos gruesos y sugiere que el TTSD es excelente en las vacas lecheras. La digestibilidad del almidón en el tracto total superior al 98% se considera buena y se puede alcanzar consistentemente. Se considera adecuada una digestibilidad del almidón superior al 95%. Si el TTSD está por

debajo del 95%, considere cambiar las fuentes de almidón. Los investigadores de la Universidad de Pensilvania estimaron que una disminución del 1%-unidad en el TTSD resulta en una disminución de 0.33 kg/día en la producción de leche. Al monitorear el TTSD y ajustar las fuentes de almidón cuando sea necesario, se puede mejorar la producción de leche, especialmente en dietas que limitan la energía.

Los métodos más efectivos para mejorar la digestibilidad del almidón de los granos cuando no se cambia el tipo de grano son moler el grano más finamente, agregar granos con copos al vapor, o incluir granos fermentados con un mayor contenido de humedad y (o) que han pasado más tiempo en el silo. La digestibilidad del almidón del tracto total mejoró del 93 al 98% a medida que el tamaño de partícula del grano de maíz molido seco se redujo de 1270 a 552 µm (Fredin *et al.*, 2015b). En un metaanálisis que describe los efectos del tipo de grano de cereal y los métodos de procesado sobre la digestión de nutrientes por parte de las vacas lecheras, el TTSD fue del 93% para el maíz molido a ≤ 1.5 mm, el 90% para el maíz molido de > 1.5 mm a ≤ 3.5 mm, y del 78% para el maíz molido a > 3.5 mm (Ferraretto *et al.*, 2013). En una revisión, Firkins *et al.* (2001) encontraron que el TTSD para el maíz molido seco fue del 90.7%, el maíz en copos al vapor fue del 94.2%, y el maíz molido de alta humedad fue del 98.8%. Ferraretto *et al.* (2013) reportaron que el TTSD aumentó en el caso de maíz ensilado (94.2%) y el maíz en copos al vapor (93.9%) en comparación con el maíz seco molido o laminado (92%). El procesado adecuado puede tener un impacto profundo en el TTSD, lo que conduce a una mayor producción de leche.

La digestibilidad del almidón del tracto total puede ser controlada de manera efectiva midiendo el almidón fecal. Se puede lograr una digestibilidad del almidón del tracto total superior al 98% y una digestibilidad inferior al 95% resultará en la necesidad de reevaluar los ingredientes dietéticos o su tratamiento.

Con respecto al almidón fecal, en el caso de las vacas lecheras en período de lactancia, se proporcionan las siguientes clasificaciones (en base a la MS): ≤1%, Excelente, pero evalúa la función del rumen y el contenido de materia grasa de la leche; >1% a ≤3%, Bueno, pero se puede mejorar; >3% a ≤5%, Regular, investiga los alimentos con almidón y las dietas; >5%, Malo, investiga los alimentos con almidón, las dietas y la gestión de la alimentación. Se deben obtener muestras fecales del recto de al menos 10 vacas por corral de interés (es decir, grupo alto), y pueden ser combinados por corral antes del análisis. Las muestras fecales deben mantenerse frías después del muestreo hasta que el análisis se realice en el laboratorio. En los EE.UU., los laboratorios comerciales disponen de calibraciones de infrarrojo cercano **(NIR**) para el almidón fecal y lo utilizan con éxito, lo que ayuda a controlar los costes de este diagnóstico. Obtener mediciones mensuales o trimestrales dentro de un hato es importante porque los ingredientes y las dietas cambian y la digestibilidad de los alimentos ensilados cambia a lo largo del año (Figura 1; Kung *et al.*, 2018). Los resultados analíticos recientes del almidón fecal de 3 laboratorios comerciales prestigiosos se presentan en las Figuras 2-4.

Bibliografía

En la version inglesa

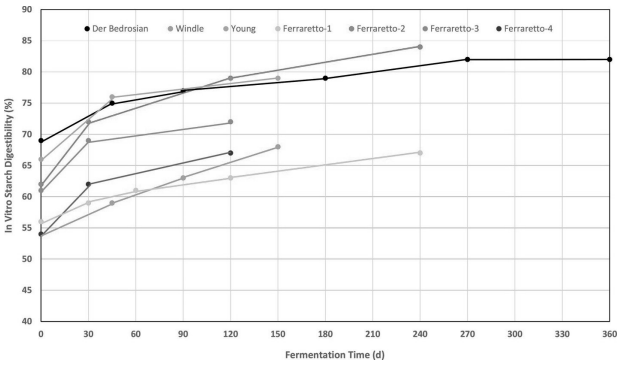


Figura 1. Kung *et al.*, 2018.

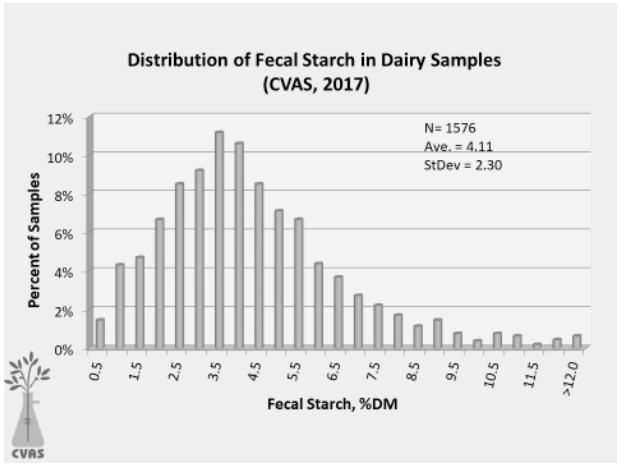


Figura 2. CVAS (Waynesboro, PA) muestras fecales de vacas lecheras.

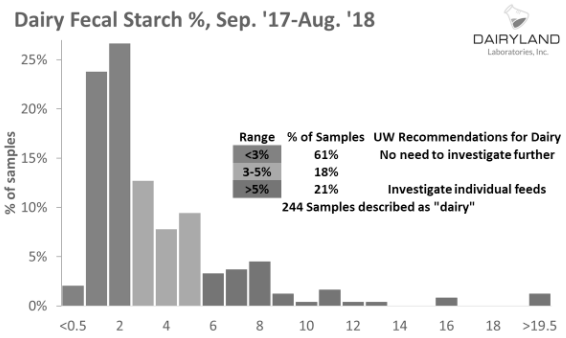


Figura 3. DLL (Arcadia, WI) muestras fecales de vacas lecheras.

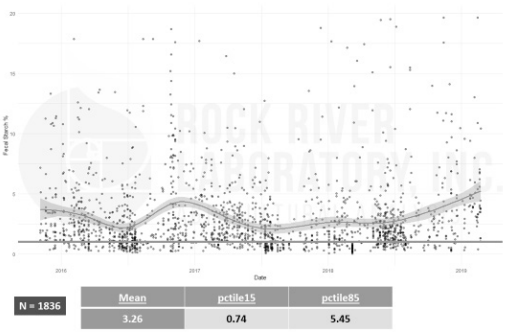


Figura 4. RRL (Watertown, WI) muestras fecales de vacas lecheras.

ENGLISH VERSION

FECAL STARCH AS AN INDICATOR OF TOTAL-TRACT STARCH DIGESTIBILITY IN LACTATING DAIRY COWS

R.D. Shaver[1] and S.M. Fredin[2]

[1]Department of Dairy Science University of Wisconsin Madison, WI

[2]Adisseo USA Inc. Alpharetta, GA

Starch is an energy dense nutrient made up of glucose units linked by an α-1,4 glycosidic bond. Typically, most dietary starch is fermented ruminally by dairy cows, likely ranging from 50 to 80% of starch intake. Starch fermented in the rumen generates more propionate than other carbohydrates, used both as an energy source and to support lactose synthesis, a primary osmoregulator of milk yield. Furthermore, starch fermented in the rumen supports increased microbial protein synthesis, increased flow of metabolizable protein to the small intestine, and greater milk protein yield. Too much starch fermented ruminally, however, can increase sub-acute rumen acidosis and reduce milk fat content, especially when in conjunction with diets that are low in forage neutral detergent fiber (**NDF**) and physically-effective NDF (**peNDF**). Starch that is not ruminally fermented will be primarily digested in the small intestine, supplying glucose for use as an energy source. The remaining starch not digested in the rumen or small intestine will be available for fermentation in the large intestine. Increasing ruminal starch digestion will usually decrease the starch digested post-ruminally, but increases total tract starch digestion (**TTSD**). Several factors can influence TTSD of starch sources, including grain type, particle size, heat processing, maturity and moisture content at ensiling, length of the ensiling period, kernel vitreousness or prolamin content, and exogenous enzyme application. Fecal starch determination is a diagnostic tool for dairy farmers, nutritionists, and veterinarians to monitor changes in starch digestion within their herds as feed ingredients and diets change.

Starch digestibility should be routinely monitored to determine if adequate digestion is occurring. Starch digestibility can be monitored as little as one or two times per year or as routinely as desired. Historically, starch digestion has been monitored by qualitatively assessing the amount of whole grain kernels or pieces in manure. Excessive grain in manure suggested poor starch digestion, requiring changes in the diets or improved grain processing. More recently, total tract starch digestion has been quantitatively measured by submitting fecal samples for starch analysis.

Several equations have been developed to estimate TTSD from fecal starch. In a review of the literature, Owens and Zinn (2005) reported that TTSD % = 98.2 – (0.93 × fecal starch %) for dairy cows. In 2006, J.D. Ferguson (Univ. of Penn Veterinary School, New Bolton Center, PA; *personal communication*) found that TTSD % = 98.7 – (1.76 × fecal starch %) in dairy cows.

More recently, Fredin *et al.* (2014) reported that TTSD % = 100.0 – (1.25 × fecal starch %) in lactating dairy cows. It should be expected that the intercept is 100.0 since the maximum amount of digestible starch is 100%. Fecal starch accounted for almost all of the variation in TTSD (R^2 = 0.94), strongly suggesting that measuring fecal starch alone is adequate to predict TTSD. Therefore, additional measurements, such as starch content of the diet or marker concentrations of the feces or diet, should not be needed. Several labs now offer near-infrared reflectance spectroscopy equations to predict fecal starch, allowing for more rapid and inexpensive monitoring of TTSD.

Fredin (2015) updated the equation published in Fredin *et al.* (2014) by including individual cow data from the University of Wisconsin (Madison, WI; Fredin *et al.*, 2015a; Fredin *et al.*, 2015b) and Miner Institute (Chazy, NY; Dann *et al.*, 2014; Farmer *et al.*, 2014). These studies were added to the original equation (Fredin *et al.*, 2014). The updated equation is presented in Figure 1. Due to the presence of heteroscedasticity in the updated regression model for TTSD and fecal starch, a default heteroscedasticity-consistent matrix estimator was included to properly estimate standard error around the intercept and slope. The updated equation is: TTSD % = 99.8 – 1.23 × fecal starch. The updated equation is remarkably similar to the original equation and serves to support the precision of the original equation. Due to the simplicity of the original equation (TTSD = 100.0 – 1.25 × fecal starch), its use to estimate TTSD can be continued.

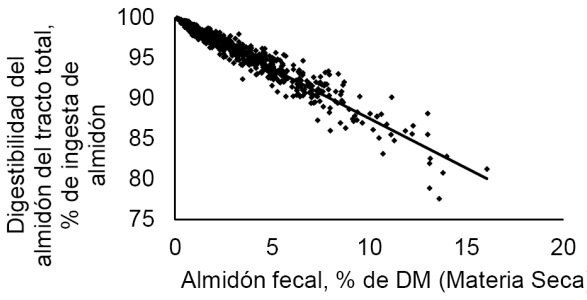


Figure 1. Regression plot of fecal starch (% DM) and total tract starch digestibility (% starch intake). Total tract starch digestibility % = 99.8 (± 0.06) – 1.23 (± 0.02) × fecal starch %; RMSE = 0.90; R^2 = 0.93; $P < 0.001$; n = 726.

Average TTSD from the data set used in the updated equation was 95.7%. This dataset contained several treatments that were designed to depress starch digestibility, such as diets that included unprocessed corn silage or coarsely ground corn grain and suggests that excellent TTSD does occur in dairy cows. Total tract starch digestibilities greater than 98% are considered good and are consistently achievable. Starch digestibility greater than 95% is considered adequate. If TTSD is below 95%, consider replacing starch sources. The researchers at the University of Pennsylvania estimated that a decrease of 1%-unit in TTSD results in a 0.33 kg/d decrease in milk yield. By monitoring TTSD and adjusting starch sources when necessary, milk yield can be improved, especially when energy is limiting in the diet.

The most effective methods to improve starch digestibility of grains when grain type is unchanged is to grind grain more finely, add steam-flaked grain, or include grain fermented at a higher moisture content and (or) for a longer time in the silo. Total tract starch digestibility improved from 93 to 98% as the particle size of dry ground corn grain was decreased from 1270 to 552 µm (Fredin *et al.*, 2015b). In a meta-analysis describing the effects of cereal grain type and processing methods on nutrient digestion by dairy cows, TTSD was 93% for corn ground to ≤ 1.5 mm, 90% for corn ground to > 1.5 mm to ≤ 3.5 mm, and 78% for corn ground to > 3.5 mm (Ferraretto *et al.*, 2013). In a review, Firkins *et al.* (2001) reported that TTSD for dry ground corn was 90.7%, steam-flaked corn was 94.2%, and high-moisture ground corn was 98.8%. Ferraretto *et al.* (2013) reported that TTSD was increased for ensiled (94.2%) and steam-flaked corn (93.9%) compared with dry ground or rolled corn (92%). Proper processing can have profound impacts on TTSD, leading to greater milk yield.

Total tract starch digestibility can be effectively monitored by measuring fecal starch. Total tract starch digestibility greater than 98% is achievable and digestibility lower than 95% will result in the need to re-evaluate dietary ingredients or processing.

With regard to fecal starch, for lactating dairy cows, the fol-

lowing classifications (DM basis) are provided: ≤1%, Excellent, but evaluate rumen function and milk fat content; >1% to ≤3%, Good, but can be improved; >3% to ≤5%, Poor, investigate starchy feeds and the diets; >5%, Bad, investigate starchy feeds, the diets, and feeding management. Rectal grabs from at least 10 cows per Pen of interest (i.e. high group) should be obtained, and can be composited by Pen prior to analysis. Fecal samples need to kept cold after sampling until the analysis is performed in the laboratory. In the USA, near-infrared (**NIR**) calibrations for fecal starch are available and used by the commercial laboratories with good success which helps control costs for this diagnostic. Obtaining measurements by month or quarter within a herd is important because ingredients and diets change and the digestibility of ensiled feeds changes throughout the year (Figure 1; Kung *et al.*, 2018). Recent analytical results for fecal starch from 3 prominent commercial labs are presented in Figures 2-4.

Citations

- Dann, H. M., H. A. Tucker, K. W. Cotanch, P. D. Krawczel, C. S. Mooney, R. J. Grant, and T. Eguchi. 2014. Evaluation of lower-starch diets for lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 97:7151-7161.
- Farmer, E. R., H. A. Tucker, H. M. Dann, K. W. Cotanch, C. S. Mooney, A. L. Lock, K. Yagi, and R. J. Grant. 2014. Effect of reducing dietary forage in lower starch diets on performance, ruminal characteristics, and nutrient digestibility in lactating Holstein cows. J. Dairy Sci. 97:5742-5753.
- Ferraretto, L. F., P. M. Crump, and R. D. Shaver. 2013. Effect of cereal grain type and corn grain harvesting and processing methods on intake, digestion, and milk production by dairy cows through a meta-analysis. J. Dairy Sci. 96:533-550.
- Firkins, J. L., M. L. Eastridge, N. R. St-Pierre, and S. M. Noftsger. 2001. Effects of grain variability and processing on starch utilization by lactating dairy cattle. J. Anim. Sci. 79(E-Suppl.):E218-E38.
- Fredin, S. M., M. S. Akins, L. F. Ferraretto, and R. D. Shaver. 2015a. Effects of corn-based diet starch content and neutral detergent fiber source on lactation performance, digestibility, and bacterial protein flow in dairy cows. J. Dairy Sci. 98:554-565.
- Fredin, S. M., L. F. Ferraretto, M. S. Akins, S. J. Bertics, and R. D. Shaver. 2015b. Effects of corn-based diet starch content and corn particle size on lactation performance, digestibility, and bacterial protein flow in dairy cows. J. Dairy Sci. 98:541-553.
- Fredin, S. M., L. F. Ferraretto, M. S. Akins, P. C. Hoffman, and R. D. Shaver. 2014. Fecal starch as an indicator of total-tract starch digestibility by lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 97:1862-1871.
- Kung Jr., L., R.D. Shaver, R.J. Grant, and R. J. Schmidt. 2018. Silage review: Interpretation of chemical, microbial and organoleptic components of silages. JDS Special Silage Issue. J. Dairy Sci. 101:4020-4033.
- Owens, F. N., and R. A. Zinn. 2005. Corn grain for cattle: Influence of processing on site and extent of digestion. Pages 86-112 in Proc. Southwest Nutr. Conf., Tempe, AZ. University of Arizona, Tucson, and New Mexico State University, Las Cruces.

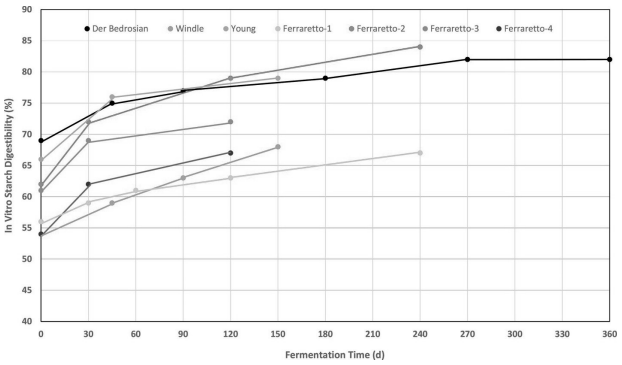


Figure 1. Kung *et al.*, 2018.

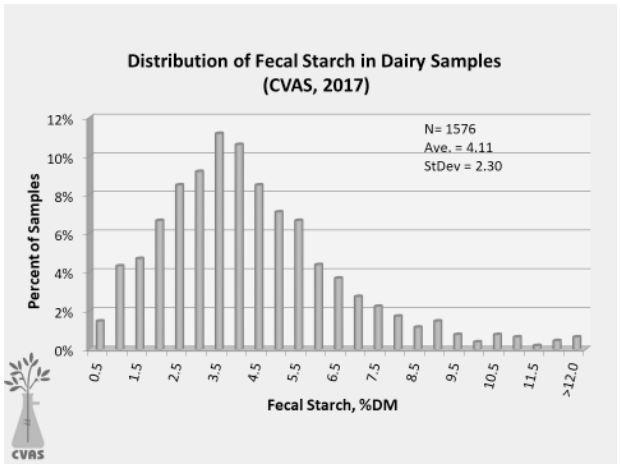


Figure 2. CVAS (Waynesboro, PA) dairy fecal samples.

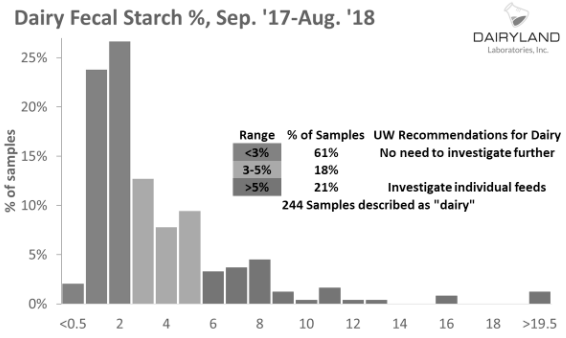


Figure 3. DLL (Arcadia, WI) dairy fecal samples.

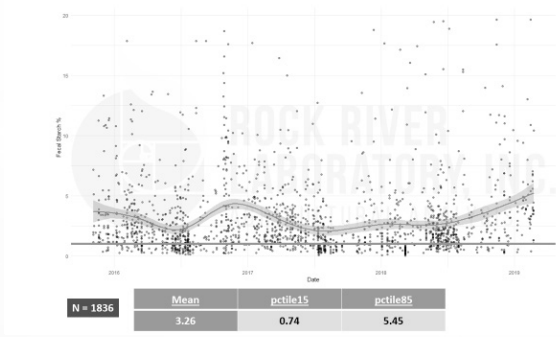


Figure 4. RRL (Watertown, WI) dairy fecal samples.

EVALUACIÓN DE LA BIODISPONIBILIDAD DE LOS PRODUCTOS DE AMINOÁCIDOS PROTEGIDOS DEL RUMEN

Tanya F. Gressley

INTRODUCCIÓN

Las dietas para ganado lechero formuladas usando alimentos tradicionales son típicamente deficientes en metionina y lisina metabolizable. Para cumplir con los requerimientos de aminoácidos, los aminoácidos suplementarios deben ser alimentados en formas que estén protegidas de la degradación en el rumen pero disponibles para su absorción en los intestinos. Con una abundancia de productos en el mercado, puede ser difícil seleccionar entre ellos. Una opción lógica podría ser seleccionar el producto que suministra una cantidad determinada de aminoácidos absorbibles al menor coste. Sin embargo, esto puede ser difícil, ya que la biodisponibilidad de los productos competidores no siempre se evalúa utilizando las mismas metodologías. El objetivo de este trabajo es discutir los métodos para medir la biodisponibilidad con un enfoque en los métodos que utilizan la respuesta de aminoácidos plasmáticos a la suplementación.

EN SITU Y ENSAYOS IN VITRO

La disponibilidad de productos de aminoácidos protegidos por el rumen **(RPAA**) ha sido estimada a través de protocolos in situ e in vitro. Un ejemplo de un protocolo predominantemente in situ es presentado por Overton *et al.* (1996). En su experimento, utilizaron vacas con cánulas tanto ruminales como duodenales para evaluar un producto de metionina RP. El producto a probar se pesó en bolsas de poliéster, que primero se sometieron a la digestión in situ en el rumen. Después de la incubación del rumen, se retiraron las bolsas, se trataron con pepsina y HCl para simular la digestión abomasal y luego se colocaron en el duodeno. Luego se recuperaron las bolsas de las heces y se calculó la liberación de metionina en los intestinos como la diferencia entre la metionina restante después de la digestión in situ y la metionina restante en las bolsas recuperadas de las heces.

Otra técnica que combina aspectos in situ e in vitro es la descrita por Calsamiglia y Stern (1995). Esta técnica requiere solamente vacas con cánulas ruminales en lugar de vacas con cánulas ruminales e intestinales. Este método consiste en someter primero a los productos RPAA a una digestión in situ en el rumen para simular la pérdida de producto mientras están en el rumen. El producto restante después de la digestión in situ se somete a tratamientos enzimáticos para simular el paso a través del resto del tracto digestivo. El contenido de nitrógeno se determina en el producto inicial, el residuo después de la digestión ruminal in situ y el resto después de la digestión enzimática del residuo in situ. La disponibilidad se determina como la fracción del nitrógeno inicial en el producto que desaparece durante la digestión enzimática.

También se han desarrollado técnicas totalmente in vitro. Ross *et al.* (2013) proponen un ensayo in vitro estandarizado para ser utilizado por diferentes laboratorios. Entre sus recomendaciones se encuentra la sustitución de la incubación in situ del rumen por una incubación in vitro con líquido del rumen. Esta modificación elimina las preocupaciones con el uso de bolsas que incluyen el paso de pequeñas partículas fuera de las bolsas y la bolsa que impide la mezcla completa del producto con el líquido del rumen.

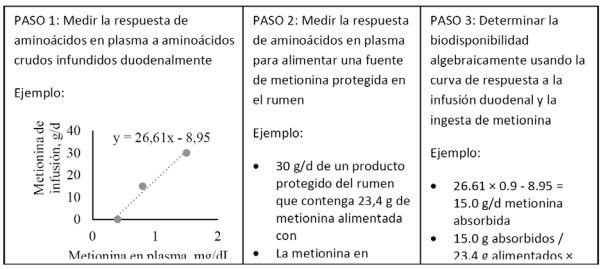
RESPUESTA DE AMINOÁCIDOS EN PLASMA

La respuesta a la dosis de aminoácidos en plasma es un método que utiliza a todo el animal para estimar la biodisponibilidad de los aminoácidos suplementarios. El principio de este método es que los aminoácidos protegidos del rumen, cuando se complementan con raciones que contienen suficientes aminoácidos, resulta en un aumento lineal en las concentraciones plasmáticas de aminoácidos. Este aumento se compara con el que ocurre después de la infusión duodenal o abomasal del mismo aminoácido. La biodisponibilidad del aminoácido alimentado se calcula sobre la base de la suposición de que el aminoácido infundido es 100% biodisponible. Para estas pruebas, es esencial que los requerimientos de aminoácidos sean satisfechos por la ración base sin suplementación; de lo contrario, una porción de aminoácidos suplementados puede ser dividida hacia la producción y disminuir la respuesta plasmática. Existen dos métodos básicos para evaluar la biodisponibilidad utilizando la respuesta de aminoácidos en plasma. Uno utiliza respuestas de animales en condiciones estables mientras que el otro evalúa la respuesta a una dosis de pulso.

Técnicas de estado estacionario

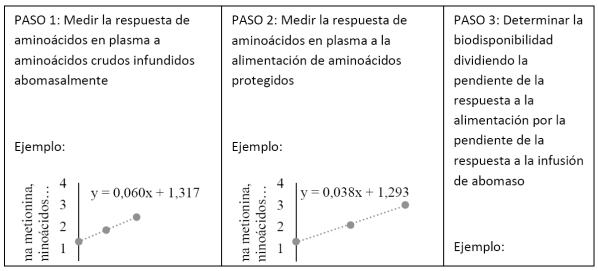
El método del estado estacionario fue descrito por primera vez por Rulquin y Kowalczyk (2003), donde utilizaron este protocolo para evaluar la biodisponibilidad de metionina y lisina en los productos de Smartamine. Los pasos para el protocolo se describen en la Figura 1. El experimento consta de dos etapas, una de infusión duodenal y otra de alimentación. Durante la etapa de infusión duodenal, las vacas son infundidas duodenalmente con al menos dos niveles diferentes de aminoácidos crudos durante al menos dos períodos, y el ejemplo de la Figura 1 ilustra una vaca infundida con tres niveles de metionina (0, 15 o 30 g/d) durante tres períodos diferentes. La concentración de aminoácidos en plasma en respuesta a cada uno de los niveles de infusión de abomaso se traza para generar una ecuación de respuesta lineal. Durante la fase de alimentación, las vacas son alimentadas con uno o más niveles de un suplemento de RPAA. Se vuelven a tomar muestras de plasma y la biodisponibilidad del suplemento se calcula algebraicamente utilizando la curva de respuesta de la infusión duodenal. El método de Rulquin y Kowalczyk (2003) requiere la alimentación o la infusión duodenal de aminoácidos durante al menos tres días antes de la toma de muestras de sangre para permitir que los animales estén en estado estable. Además, notaron alguna variación con el tiempo, así que sugirieron que se tomaran múltiples muestras de sangre a lo largo del tiempo y que se agruparan antes del análisis. Aunque Rulquin y Kowalczk (2003) realizaron su estudio en etapas (duodenal o de alimentación), este procedimiento también se adapta fácilmente a un diseño de cuadrado latino.

Figura 1. Determinación de la biodisponibilidad algebraicamente usando la respuesta de aminoácidos en plasma para infusiones de aminoácidos duodenales y a la alimentación de RPAA (Rulquin y Kowalczyk 2003).



Rulquin y Kowalczyk (2003) utilizaron infusiones duodenales de aminoácidos para proporcionar aminoácidos crudos directamente a los intestinos. Una alternativa es proporcionar aminoácidos al abomaso a través de una cánula del rumen, como lo describen Whitehouse *et al.* (2017). Además de suministrar aminoácidos al abomaso, Whitehouse *et al.* (2017) sugirieron otras mejoras para determinar la biodisponibilidad del RPAA (Figura 2). Una diferencia sugerida es que los niveles de aminoácidos en plasma se expresen como un porcentaje del total de aminoácidos menos el aminoácido de interés. Una segunda diferencia es que en lugar de calcular la biodisponibilidad algebraicamente, sugieren calcular la biodisponibilidad dividiendo la pendiente de la respuesta de aminoácidos plasmáticos a la alimentación RPAA por la pendiente de la respuesta de aminoácidos plasmáticos a la infusión de aminoácidos abomasales. Ambas diferencias fueron sugeridas para reducir la variación experimental, y nuestros resultados apoyan esos hallazgos. Otras sugerencias planteadas por Whitehouse *et al.* (2017) utilizarán diseños cuadrados latinos replicados con períodos de 7 días y tomarán muestras de sangre en múltiples puntos temporales durante cada uno de los últimos 3 días de cada período

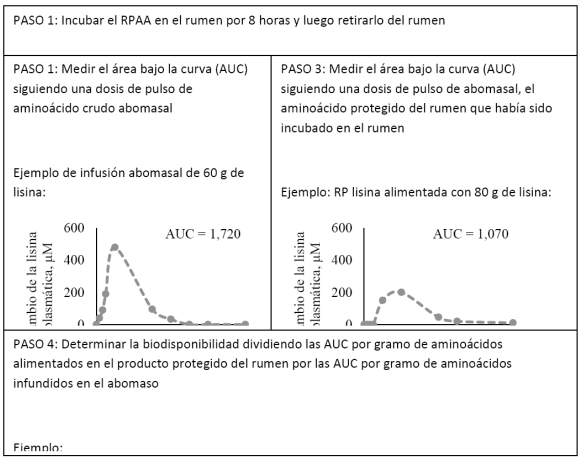
Figura 2. Determinación de la biodisponibilidad mediante la respuesta de la relación de pendiente (Whitehouse *et al.*, 2017).



Técnica de dosis de pulso

Los ejemplos descritos anteriormente son para animales en condiciones estables. Para lograr un estado estable, los animales deben ser infundidos por vía abomasal o duodenal con el aminoácido o alimentados con el RPAA durante al menos 3 a 4 días antes de la toma de muestras de sangre. Una alternativa a los métodos de estado estacionario es evaluar la respuesta de los aminoácidos plasmáticos a corto plazo a una dosis de pulso. Un ejemplo reciente que utiliza este método fue publicado por Fleming *et al.* (2019) y se ilustra en la figura 3. Usando ese método, se infunde una dosis de pulso de aminoácido crudo en el abomaso y se toman una serie de muestras de sangre para medir los cambios en el nivel del aminoácido infundido. En un período diferente, al mismo animal se le da una dosis de pulso abomasal de un producto RPAA que había sido incubado previamente en el rumen, y una serie de muestras de plasma son nuevamente recolectadas. La biodisponibilidad se calcula como el área bajo la curva por gramo de aminoácido en el producto RPAA alimentado dividido por el área bajo la curva por gramo de aminoácido crudo infundido.

Figura 3. Determinación de la biodisponibilidad tras una dosis de pulso (Fleming *et al.*, 2019).



CONCLUSIONES

La biodisponibilidad de los RPAA puede evaluarse utilizando técnicas in situ, in vitro e in vivo. Las limitaciones de la técnica in situ son el gasto asociado con el uso de vacas con cánulas múltiples, la posibilidad de que el producto salga de las bolsas y no se mezcle completamente con la digestión y la alta variabilidad. Los beneficios de la técnica in vitro es que sólo requiere el uso de una vaca donante de líquido ruminal y que las pruebas son relativamente rápidas y repetibles dentro del laboratorio. Un inconveniente es que la biodisponibilidad medida in vitro no necesariamente equivale a la biodisponibilidad in vivo. Las técnicas in vivo ofrecen las estimaciones más realistas de biodisponibilidad, pero los experimentos pueden ser costosos y los resultados pueden variar significativamente entre las vacas. Para aumentar la fiabilidad de los experimentos en estado estacionario in vivo, los experimentos deben realizarse de acuerdo con las sugerencias de Whitehouse *et al.* (2017). Nuestro laboratorio no tiene experiencia en el uso de la técnica de dosis de pulso, pero eso también debe producir estimaciones apropiadas de biodisponibilidad si los estudios se replican adecuadamente y se usa un diseño cruzado o latino cuadrado para permitir que cada vaca sirva como su propio control.

BIBLIOGRAFÍA

En la version inglesa

ENGLISH VERSION

ASSESSMENT OF BIOAVAILABILITY OF RUMEN PROTECTED AMINO ACID PRODUCTS

Tanya F. Gressley

INTRODUCTION

Dairy cattle diets formulated using traditional feeds are typically deficient in metabolizable methionine and lysine. To meet amino acid requirements, supplemental amino acids must be fed in forms that are protected from degradation in the rumen yet available for absorption in the intestines. With an abundance of products on the market, it can be difficult to select among products. A logical option could be to select the product that supplies a given amount of absorbable amino acid at the lowest cost. However, this can be difficult, as bioavailability of competing products is not always evaluated using the same methodologies. The objective of this paper is to discuss methods of measuring bioavailability with a focus on methods that utilize

plasma amino acid response to supplementation.

IN SITU AND IN VITRO TESTING

Availability of rumen protected amino acid (**RPAA**) products has been estimated through in situ and in vitro protocols. An example of a predominantly in situ protocol is presented by Overton *et al.* (1996). In their experiment, they used cows with both ruminal and duodenal cannulas to evaluate a RP methionine product. The product to be tested was weighed into polyester bags, and those bags were first subjected to in situ digestion in the rumen. Following rumen incubation, bags were removed, treated with pepsin and HCl to simulate abomasal digestion, and then placed in the duodenum. Bags were then recovered from the feces, and methionine release in the intestines was calculated as the difference between methionine remaining following in situ digestion and methionine remaining in the bags recovered from the feces.

Another technique that combines both in situ and in vitro aspects is described by Calsamiglia and Stern (1995). This technique requires only cows with rumen cannulas instead of cows with both rumen and intestinal cannulas. This method consists of first subjecting RPAA products to in situ digestion in the rumen to simulate loss of product while in the rumen. The remaining product following in situ digestion is then subjected to enzymatic treatments to simulate passage through the remainder of the digestive tract. Nitrogen content is determined on the initial product, the residue following in situ rumen digestion, and the remainder following enzymatic digestion of the in situ residue. Availability is determined as the fraction of the initial nitrogen in the product that disappears during the enzymatic digestion.

Entirely in vitro techniques have been developed as well. Ross *et al.* (2013) propose a standardized in vitro assay to be used by different laboratories. Among their recommendations is the replacement of the in situ rumen incubation with an in vitro incubation with rumen fluid. This modification removes the concerns with using bags which include passage of small particles out of bags and the bag preventing the complete mixing of the product with rumen fluid.

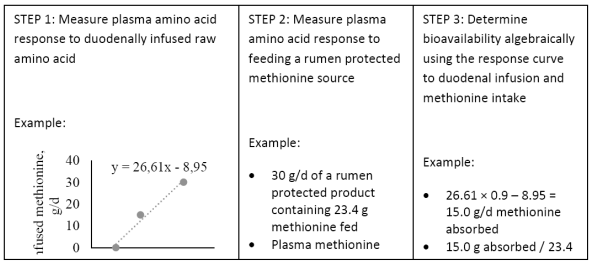
PLASMA AMINO ACID RESPONSE

The plasma amino acid dose response is a method that uses the whole animal to estimate bioavailability of supplemental amino acids. The principle of this method is that rumen protected amino acids, when supplemented to rations that contain sufficient amino acids, results in a linear increase in plasma amino acid concentrations. This increase is then compared to the increase that occurs following duodenal or abomasal infusion of the same amino acid. Bioavailability of the fed amino acid is calculated based on the assumption that the infused amino acid is 100% bioavailable. For these tests, it is essential that amino acid requirements are met by the base ration without supplementation; otherwise, a portion of supplemented amino acids may be partitioned toward production and decrease the plasma response. There are two basic methods to evaluate bioavailability using plasma amino acid response. One utilizes responses of animals in steady state conditions while the other evaluates response to a pulse dose feeding.

Steady State Techniques

The steady state method was first described by Rulquin and Kowalczyk (2003) where they used this protocol to evaluate methionine and lysine bioavailability in Smartamine products. The steps for the protocol are outlined in Figure 1. The experiment consists of two stages, a duodenal infusion stage and a feeding stage. During the duodenal infusion stage, cows are duodenally infused with at least two different levels of raw amino acid over at least two periods, and the example in Figure 1 illustrates a cow infused with three levels of methionine (0, 15 or 30 g/d) over three different periods. The plasma amino acid concentration in response to each of the levels of abomasal infusion is then plotted to generate a linear response equation. During the feeding phase, cows are fed with one or more levels of a RPAA supplement. Plasma samples are again collected and bioavailability of the supplement is calculated algebraically using the response curve from the duodenal infusion. The method of Rulquin and Kowalczyk (2003) requires feeding or duodenally infusing amino acids for at least three days prior to blood sampling to allow for animals to be in steady state. Additionally, they noted some variance over time, so they suggested that multiple blood samples be collected over time and pooled prior to analysis. Although Rulquin and Kowalczk (2003) conducted their study in stages (duodenal or feeding), this procedure is also easily adapted to a Latin square design.

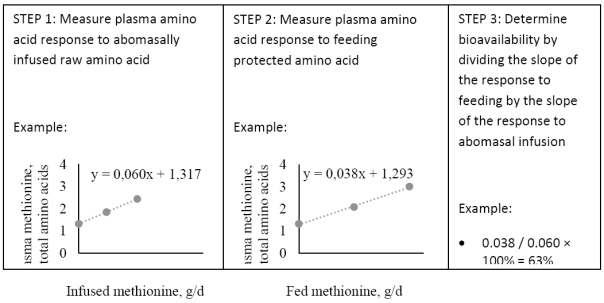
Figure 1. Determination of bioavailability algebraically using plasma amino acid response to



duodenal amino acid infusions and to feeding of RPAA (Rulquin and Kowalczyk, 2003).

Rulquin and Kowalczyk (2003) used duodenal amino acid infusions to provide raw amino acids directly to the intestines. An alternative is to provide amino acids to the abomasum through a rumen cannula as described by Whitehouse *et al.* (2017). In addition to delivering amino acids to the abomasum, Whitehouse *et al.* (2017) suggested other refinements to determine bioavailability of RPAA (Figure 2). One difference suggested is that plasma amino acid levels be expressed as a percentage of total amino acids minus the amino acid of interest. A second difference is that instead of calculating bioavailability algebraically, they suggest calculating bioavailability by dividing the slope of the plasma amino acid response to RPAA feeding by the slope of the plasma amino acid response to abomasal amino acid infusion. Both of these differences were suggested to reduce experimental variation, and our results support those findings. Other suggestions posed by Whitehouse *et al.* (2017) are to use replicated Latin square designs with 7 day periods and to collect blood samples at multiple time points during each of the last 3 days of each period

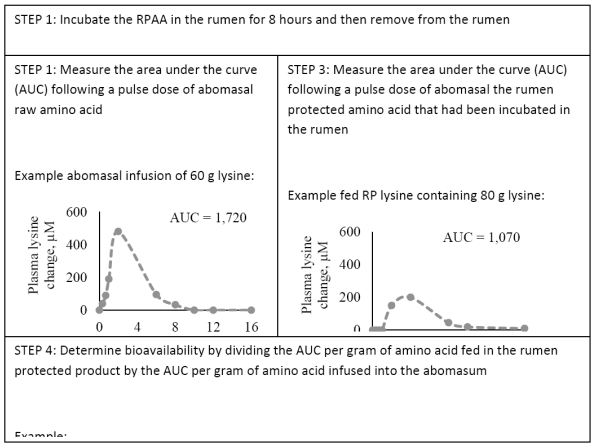
Figure 2. Determination of bioavailability using the slope ratio response (Whitehouse *et al.*, 2017).



Pulse Dose Technique

The examples described above are for animals in steady state conditions. To achieve steady state, animals should be abomasally or duodenally infused with the amino acid or fed the RPAA for at least 3 to 4 days prior to collecting blood samples. An alternative to steady state methods is to evaluate short-term plasma amino acid response to a pulse dose. A recent example utilizing this method was published by Fleming *et al.* (2019) and is illustrated in Figure 3. Using that method, a pulse dose of raw amino acid is infused into the abomasum and a series of blood samples are collected to measure changes in the level of the infused amino acid. In a different period, the same animal is given an abomasal pulse dose of an RPAA product that had previously been incubated in the rumen, and a series of plasma samples are again collected. Bioavailability is calculated as the area under the curve per gram of amino acid in the RPAA product fed divided by the area under the curve per gram of raw amino acid infused.

Figure 3. Determination of bioavailability following a pulse dose (Fleming *et al.*, 2019).



CONCLUSIONS

Bioavailability of RPAA can be assessed using in situ, in vitro and in vivo techniques. Limitations of the in situ technique are the expense associated with using cows with multiple cannulas, the potential for product to wash out of the bags and not completely mix with digesta and high variability. Benefits of the in vitro technique is that it only requires the use of a rumen fluid donor cow and that tests are relatively quick and repeatable within lab. A drawback is that bioavailability measured in vitro may not necessarily equate to in vivo bioavailability. In vivo techniques offer the most realistic estimates of bioavailability but the experiments can be expensive and results can vary significantly among cows. To increase reliability of in vivo steady state experiments, experiments should be conducted according to the suggestions of Whitehouse *et al.* (2017). Our lab does not have experience using the pulse dose technique, but that should also yield appropriate estimates of bioavailability if studies are adequately replicated and a crossover or Latin square design is used to allow each cow to serve as her own control.

REFERENCES

- Calsamiglia, S. and M. D. Stern. 1995. A 3-step in-vitro procedure for estimating intestinal digestion of protein in ruminants. J. Anim. Sci. 73:1459-1465.
- Fleming, A. J., K. A. Estes, H. Choi, B. A. Barton, C. A. Zimmerman, and M. D. Hanigan. 2019. Assessing bioavailability of ruminally protected methionine and lysine prototypes. J. Dairy Sci. 10.3168/jds.2018-14667.
- Overton, T. R., D. W. LaCount, T. M. Cicela, and J. H. Clark. 1996. Evaluation of a ruminally protected methionine product for lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 79:631-638. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(96)76408-1.
- Ross, D. A., M. Gutierrez-Botero, and M. E. Van Amburgh. 2013. Development of an in vitro intestinal digestibility assay for ruminant feeds. Pages 190-202 in Proc. Cornell Nutrition Conference, Syracuse, NY.
- Rulquin, H. and J. Kowalczyk. 2003. Development of a method for measuring lysine and methionine bioavailability in rumen-protected products for cattle. J. Anim. Feed Sci. 12:465-474.
- Whitehouse, N. L., C. G. Schwab, and A. F. Brito. 2017. The plasma free amino acid dose-response technique: A proposed methodology for determining lysine relative bioavailability of rumen-protected lysine supplements. J. Dairy Sci. 100:9585-9601. 10.3168/jds.2017-12695.

ENSILADO DE MAÍZ PARA VACAS LECHERAS DE ALTA PRODUCCIÓN: INDICADORES CLAVE DE RENDIMIENTO

Dr. Randy Shaver

Introducción

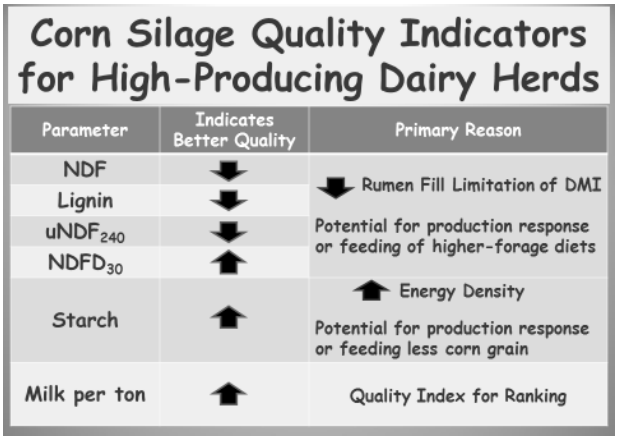
El ensilado de maíz entero **(WPCS**) es la fuente de forraje predominante para los rumiantes en todo el mundo, debido a su potencial alto rendimiento de materia seca (MS) (por acre o hectárea) junto con su alto valor energético en comparación con otros cultivos forrajeros. Con las vacas lecheras lactantes, WPCS contribuye en gran medida a sus necesidades de energía y de fibra detergente neutro para forraje **(NDF**), y reduce los costos de alimento comprado de los suplementos de grano almidonado y genera ingresos de leche para los granjeros lecheros. El valor energético del WPCS está relacionado principalmente con su contenido de almidón, mientras que el potencial de ingesta del WPCS, que es muy importante en vacas lecheras de alta producción, está relacionado con su contenido de NDF y su digestibilidad.

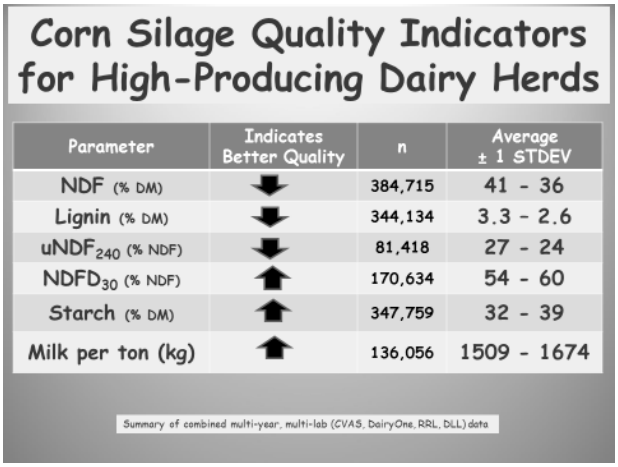
El contenido de almidón está relacionado con la proporción de grano de toda la planta MS, que puede oscilar entre casi cero a 50% o más y depende en gran medida del híbrido, las prácticas agronómicas, los factores estresantes del cultivo (por ejemplo, sequía, heladas tempranas), el estado de madurez en la cosecha y la altura del corte. En una encuesta de los 4 principales laboratorios comerciales de análisis de alimentos de EE.UU., el contenido de almidón y NDF (% de MS; n > 340.000 muestras) y la digestibilidad in vitro de NDFD ruminal **(ivNDFD**; % de NDF; punto de tiempo de incubación de 30 horas; n > 170.000 muestras) fueron 32% ± 7, 41% ± 5 y 54% ± 6, respectivamente. Dependiendo del análisis de nutrientes resultante, el WPCS puede dirigirse a una amplia gama de grupos de ganado.

El WPCS de alto contenido de almidón (alta energía) es el mejor para el ganado de carne, mientras que el almidón más bajo, y por lo tanto el NDF más alto y el WPCS de menor energía, es el mejor para el ganado lechero de baja producción y seco, las terneras lecheras de reemplazo, o las vacas de cría de carne. Para las vacas lecheras de alta producción, se desea un WPCS con mayor contenido de almidón, menor contenido de NDF y mayor digestibilidad de NDF. Sin embargo, las raciones para vacas lecheras de alta producción generalmente se formulan con un mínimo de NDF forrajero y unas pautas de concentración máxima de almidón, por lo que puede no ser deseable un WPCS por encima de 1 desviación estándar **(STDEV**) en % de almidón y por debajo de 1 STDEV en % de NDF, o por encima del 39% de almidón y por debajo del 36% de NDF (en base a MS), respectivamente, si el WPCS comprende una alta proporción del total de MS forrajera en la ración.

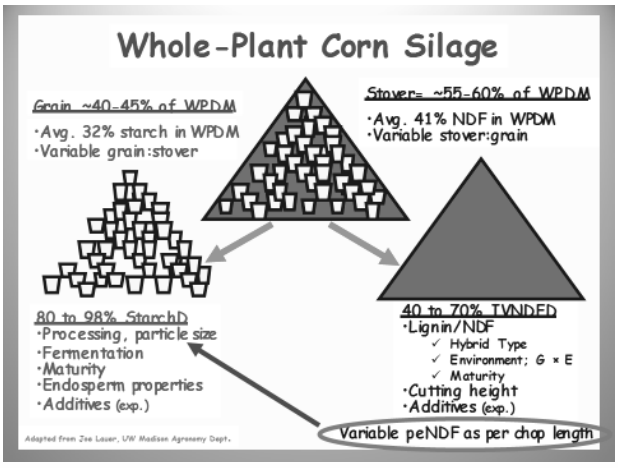
Factores que afectan el valor nutricional

Los lectores se remiten a las siguientes Gráficos de los indicadores clave de rendimiento del WPCS para el valor nutricional.





Numerosos factores influyen en el valor nutricional del WPCS, como se muestra en el siguiente esquema.



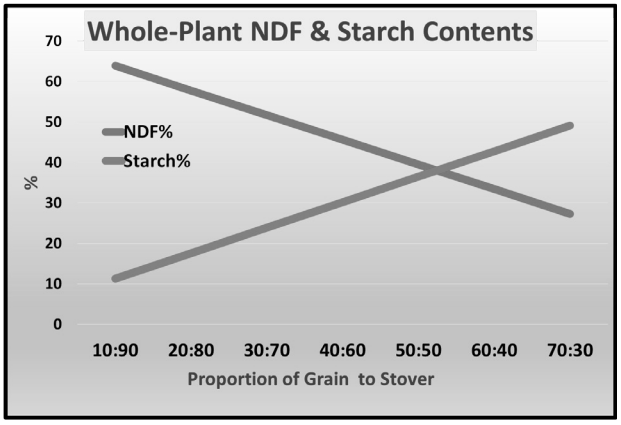
Proporciones de grano en paja, almidón a NDF

Lo presentado en la siguiente figura (Fuente: R. D. Shaver) es una simulación del impacto de modificar las proporciones de grano a forraje en NDF y a almidón en el WPCS. Esto se preparó utilizando concentraciones tabulares de NDF y almidón (en base a MS) para rastrojo de maíz y granos de maíz, y la simulación explica parcialmente la amplia variación en las concentraciones de NDF y almidón para las muestras de WPCS observadas en el estudio del laboratorio comercial (los rangos normales para NDF y almidón eran 36%-46% y 25%-39% [en base de MS], respectivamente).

Debido a que el rendimiento del grano (almidón) está influenciado por el híbrido de maíz que se está cultivando y las condicio-

nes y prácticas agronómicas (por ejemplo, el tipo de suelo, las condiciones y la fertilidad, la irrigación frente a la producción de maíz en tierras secas, la cantidad y el momento de la lluvia en relación con la polinización con la producción de maíz en tierras secas y el momento de la cosecha de ensilado en relación con la madurez del grano) para la producción de maíz, las concentraciones reales de NDF y almidón en WPCS no están controladas. Además, si se corta más alto, se concentrará más almidón en todo el material vegetal que se cosecha, lo que puede aumentar esta variación. Por lo tanto, el análisis rutinario del contenido de almidón y de NDF es imperativo cuando se alimenta con WPCS, de manera que las raciones puedan ajustarse en consecuencia.

Al cosechar el WPCS más cerca de la madurez fisiológica del grano, o etapa de la capa negra que puede aumentar el rendimiento del grano (almidón) y, por lo tanto, el contenido de almidón del WPCS, existe el riesgo de que el aumento de la vítrea (dureza) del almidón en el endospermo del grano pueda reducir la digestibilidad del almidón del WPCS más maduro y más seco. Por lo tanto, para aquellos que intentan maximizar el contenido de almidón del WPCS, se recomienda que el contenido de humedad objetivo de la cosecha para el WPCS sea superior al 60% y que se realice un excelente procesamiento del grano.



Tipo híbrido

Los híbridos de maíz cultivados para la producción de WPCS incluyen tipos de doble propósito y específicos para el silo. Los híbridos de doble propósito pueden ser cosechados como WPCS, HMC, o incluso DSC dependiendo de las necesidades de almacenamiento del alimento para el ganado de una granja, las necesidades relativas de rendimiento de forraje en un año específico y las oportunidades potenciales de comercialización de HMC o DSC para el agricultor. Este tipo de híbridos tienden a ser comercializados de manera más agresiva en áreas donde predominan las operaciones diversificadas de cultivos/ganado y (o) granos comerciales. La selección de híbridos de maíz de doble propósito se basa principalmente en el potencial de rendimiento del grano, con cierta consideración al grano frente a las tasas de desecación del tallo y al ivNDFD si se cosecha como WPCS.

Los híbridos de maíz específicos para ensilado, que incluyen los tipos de costilla marrón (**BMR**; lignina reducida) y con hoja, se cultivan con la intención, en el momento de la plantación, de cosechar como WPCS para alimentar al ganado en esa granja o en una granja de la zona local. Este tipo de híbridos tienden a ser comercializados de manera más agresiva en áreas donde la base de tierra disponible para las granjas ganaderas no soporta producir más forraje que el requerido y (o) donde la producción de granos comerciales no es una empresa viable. La selección de híbridos de maíz específicos para ensilado se basa principalmente en el rendimiento del WPCS, el contenido de almidón y el ivNDFD junto con los índices, la leche por tonelada y la leche por acre, utilizados para clasificar el WPCS para su uso en dietas de ganado lechero. Estos índices WPCS fueron desarrollados en la Universidad de Wisconsin para lácteos, mientras que recientemente la Universidad Estatal de Iowa presentó índices de carne de res por tonelada y por acre para su uso dentro de ese sector ganadero.

Para las muestras de WPCS anotadas en el estudio de laboratorio comercial, el ivNDFD promedió 54%, con las muestras 1 y 2 STDEV por encima de la media en 60% y 66%, respectivamente. Parece que sólo los híbridos de tipo BMR proporcionaron mejoras consistentes y mayores en el ivNDFD de 6%- a 11%- de unidades sobre los promedios de los ensayos a partir de un resumen de 15 años de los ensayos de rendimiento de híbridos de la Universidad de Wisconsin - Departamento de Agronomía de Madison. Debido a la variación del muestreo y del ensayo de laboratorio, es poco probable que las diferencias numéricas de ivNDFD de sólo 3%-unidades o menos entre híbridos sean estadísticamente diferentes o repetibles. En un resumen de los trabajadores de Wisconsin Extension de 11 ensayos de alimentación publicados que incluyen 17 comparaciones de tratamientos, la alimentación con híbridos BMR (mutantes bm_3) aumentó la ingesta de MS y el rendimiento lechero en 1,2 y 1,8 kg por vaca por día, respectivamente, en comparación con los híbridos de control no-BMR.

Aunque la base fundamental de la investigación sobre las propiedades del endospermo del grano de maíz es sólida, el desarrollo de híbridos de maíz con un endospermo menos vítreo de lo normal para mejorar la digestibilidad del almidón del ensilado de maíz, no ha surgido ampliamente en toda la industria del maíz de siembra, probablemente por las siguientes razones que moderan los posibles efectos genéticos: la cosecha debe completarse antes de la etapa de la capa negra de la madurez del grano, el grano debe estar bien procesado durante la cosecha, y el almacenamiento prolongado en silos mejora la digestibilidad del almidón.

Además, no existe un método de laboratorio estandarizado y acordado para evaluar las diferencias de digestibilidad del almidón entre los híbridos de ensilado de maíz en los que basar las comparaciones o la selección de híbridos. Otra preocupación es que un índice de selección basado en la digestibilidad del almidón podría tener un impacto adverso en el rendimiento futuro y (o) en las ganancias del ivNDFD en los híbridos de ensilado de maíz.

Sin embargo, algunas empresas centradas en el tema “de la semilla a la vaca” han perseguido la digestibilidad del almidón en sus líneas híbridas. El enfoque de la digestibilidad del almidón también ha surgido en algunos de los últimos híbridos de ensilado de maíz que se comercializan a los productores de leche, que incluyen los híbridos de maíz de tipo harinoso-con hoja, de tipo harinoso bm_3 y con alto contenido de amilasa. Sin embargo, los experimentos controlados de producción, ingesta y digestión en vacas lecheras en lactación son muy limitados para estos híbridos de maíz. Los beneficios potenciales del rendimiento de los animales deben ser sopesados contra cualquier arrastre potencial del rendimiento y (o) aumentos en el costo de las semillas. Como se mencionó anteriormente, cualquier diferencia de ivNDFD en estos híbridos debe ser evaluada y tomada en cuenta.

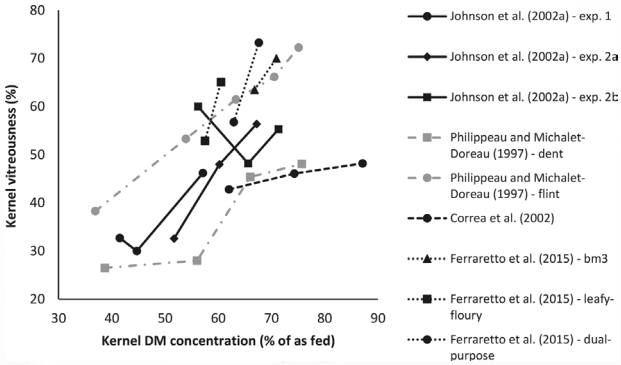
Etapa de madurez de la cosecha / contenido de materia seca

El estado de madurez en el momento de la cosecha influye en el rendimiento, la composición de los nutrientes, la digestibilidad y las características de ensilado del WPCS. A medida que avanza

la madurez de la cosecha de maíz, la mayoría de los cambios están asociados con el grado de desarrollo del grano, lo que aumenta la proporción de MS aportada por la fracción del grano en relación con la fracción del rastrojo (tallo, hojas, espiga de la mazorca y cascarilla). Durante la maduración de la planta de maíz, los azúcares que se mueven hacia los granos desde el tallo se convierten en almidón, y el contenido de MS de los granos, junto con la proporción de MS del grano en el MS de toda la planta, aumenta. El aumento de la concentración de almidón y la correspondiente disminución de las concentraciones de CP y NDF en el WPCS a medida que avanza la etapa de madurez del maíz, de la abolladura temprana a la capa negra, está bien establecido. El retraso de la madurez en la cosecha aumenta el rendimiento de MS, almidón y energía por acre de WPCS, principalmente a través del aumento del rendimiento del grano.

Sin embargo, retrasar la cosecha del WPCS a la etapa de capa negra de la madurez del grano reduce la digestibilidad de los nutrientes. Como se observa en otros cultivos forrajeros, la digestibilidad de la pared celular de las plantas de maíz se reduce en las etapas avanzadas de maduración en relación con una mayor lignificación del forraje durante la maduración de la planta de maíz. Por lo tanto, si se retrasa demasiado, retrasar la madurez de la cosecha de WPCS para lograr mayores concentraciones de almidón y rendimiento de MS por acre puede ser a expensas de la digestibilidad de las fibras. De mayor magnitud, sin embargo, es la disminución de la digestibilidad del almidón del grano que ocurre cuando el estado de madurez del grano se acerca al estado de capa negra. Se observó una reducción en la digestibilidad total del almidón (**TTSD**) en dietas que contenían WPCS con >40% de MS en una revisión estadística de experimentos publicados realizada por investigadores de Wisconsin. Esto probablemente está relacionado con un aumento en la proporción de endospermo vítreo (duro) en el grano que se observa en la madurez avanzada del grano (consulte la siguiente figura de Ferraretto and co-workers, 2018, J. Dairy Sci.).

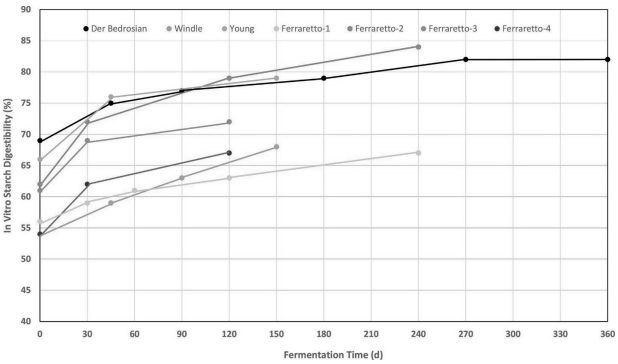
Además, la producción de leche corregida de grasa se redujo en 2,8 kg por vaca y día cuando el WPCS se cosechó por encima del 40% de MS, según informaron investigadores de Wisconsin en su revisión bibliográfica estadística. La recomendación consensuada de varios grupos de investigación, basada en sus resúmenes independientes de investigación y bibliografía, fue la de dirigir el 35% de la MS de la planta entera en la cosecha para optimizar el valor nutritivo del WPCS y el rendimiento de la lactancia de las vacas lecheras. Aunque existe alguna variación en la relación entre el estado de madurez del grano y el contenido de MS en la planta entera, generalmente se recomienda una etapa de cosecha de 1/2 a 2/3 de la línea de leche en el grano. En el caso de los WPCS cosechados cerca de la etapa de capa negra o con un contenido de MS en la planta entera superior al 38%, es imperativo un procesamiento excelente y varios meses de fermentación en silo antes de la alimentación.



Tiempo en Silo

En general, la fase de fermentación del proceso de ensilado dura hasta varias semanas. Sin embargo, investigaciones recientes indican que los efectos de la fermentación sobre el valor nutritivo continúan durante mucho más tiempo en el WPCS. Lo presentado en la siguiente figura (Fuente: Kung and co-workers, 2018, J. Dairy Sci.) son datos sobre la relación entre la digestibilidad del almidón ruminal medida in vitro **(ivSD**) y el tiempo de fermentación en el silo. Aunque hay alguna variación en la respuesta entre los ensayos, por lo general hay un aumento del 5-10% en las unidades de ivSD dentro de la fase inicial de fermentación de varias semanas, seguido de una magnitud similar de aumento desde entonces hasta los 4 meses de ensilado (aumento general del 10-20% de unidades), y es posible que no se alcance la máxima ivSD hasta aproximadamente los 9 meses de almacenamiento.

Investigadores de Wisconsin reportaron que el ensilado de HMC redujo las subunidades de proteína de zeína que entrecruzan los gránulos de almidón y sugirieron que la matriz de proteína de almidón del grano fue degradada por la actividad de las enzimas de proteasa durante un período prolongado de ensilado. Esto podría explicar los aumentos coincidentes del nitrógeno amoniacal, la proteína bruta soluble **(CP**) y la digestibilidad del almidón durante el proceso de ensilado tanto para HMC como para WPCS. Investigaciones recientes indican que las proteasas bacterianas son responsables del 60% del aumento de las concentraciones de CP soluble, seguidas por las enzimas del grano (30%), los hongos (5%) y los productos finales de la fermentación (5%).



A diferencia de la digestibilidad del almidón, que aumenta con el ensilado para HMC y WPCS, las investigaciones disponibles indican que el ivNDFD del WPCS se ve mínimamente afectado por el ensilado. Por lo tanto, la selección y clasificación híbrida del WPCS basada en el ivNDFD medido en muestras no ensiladas es una práctica válida que es importante para la industria para mejorar el tiempo de respuesta de los datos entre el momento en que se realizan las cosechas y se toman las decisiones de compra de las semillas.

Procesamiento del grano y longitud de corte

La práctica de utilizar cosechadoras de forraje equipadas con 2 rodillos contra-rotativos para procesar los granos de maíz en WPCS durante la cosecha comenzó a ser adoptada en los EE.UU. durante la última década de los 90 y se convirtió rápidamente en la práctica predominante. El pericarpio o capa de la semilla da protección al endospermo que contiene almidón en los granos de maíz, y es muy resistente a la adhesión microbiana y a la digestión. Por lo tanto, la rotura de la capa de la semilla es necesaria para mejorar la digestibilidad del almidón, lo que puede lograrse ya sea mediante el picado fino o el uso de rodillos de procesamiento. Si se colocan correctamente y se mantienen en buen estado, los rodillos de procesamiento también rompen los granos de maíz hasta alcanzar un tamaño

de partícula fina, lo que aumenta el área de superficie para la digestión y, por lo tanto, mejora la utilización de almidón por parte de los rumiantes sin necesidad de picarlos finamente (<10 mm o 3/8 pulgadas longitud teórica del corte [**TLOC]**). El establecimiento de un NDF físicamente efectivo (peNDF) como índice de actividad de rumia y de la función del rumen, junto con una mayor dependencia del ensilado de maíz en las dietas dietéticas del ganado, incrementó enormemente el interés en cosechar WPCS con configuraciones más largas de TLOC en las cosechadoras de forraje. Por lo tanto, se da la rápida adopción de los procesadores de grano en las cosechadoras de forraje en toda América del Norte.

Investigadores de Wisconsin, de una revisión estadística de experimentos publicados de WPCS con vacas lecheras lactantes, reportaron 6%-de unidades y 3%-de unidades más de TTSD cuando WPCS fue procesado usando configuraciones de 1 a 3-mm de separación de los rodillos en comparación con WPCS de 4 a 8-mm procesado o no procesado. Esto se relacionó probablemente con las diferencias en el grado de rotura del grano entre los tratamientos. Estos investigadores también reportaron que el uso de rollos de procesamiento incrementó el TTSD para dietas que contenían WPCS con un 32% a 40% de MS en la alimentación, pero no cuando el WPCS estaba por encima del 40% de MS), y cuando el TLOC se fijó entre 9 mm y 29 mm (3/8" a >1") pero no cuando el ajuste del TLOC era más corto o más largo. Estos hallazgos indican que el procesamiento del grano es más efectivo cuando se siguen las pautas adecuadas de madurez (humedad) y longitud de corte de la cosecha WPCS.

En los EE.UU., ha habido interés en aumentar las configuraciones de TLOC de ensilado de maíz procesado en SPFH a longitudes mayores que las normas tradicionalmente aceptadas, 26 mm frente a 19 mm (>1 frente a 3/4 de pulgada). Las granjas que alimentan la mayor parte de su forraje como WPCS, deseando más peNDF en el ensilado para desplazar el heno seco o la paja del TMR, expresaron el interés mayor. Los procesadores contemporáneos con mayor diferencial de velocidad de rollo (es decir, trituración) para un procesamiento más agresivo facilitaron esta práctica, ya que el procesamiento adecuado del grano es más difícil de lograr con un TLOC más largo. Pero el TLOC más largo para aumentar la longitud de las partículas no fue mejor para las vacas en los ensayos de alimentación de la Universidad de Wisconsin que compararon el TLOC de 26 mm o 30 mm en WPCS bien procesado con el TLOC de 19 mm en WPCS con procesado más convencional. Mientras que los porcentajes de ensilado de maíz y la TMR resultante en la pantalla superior del Separador de Partículas de Penn State **(PSPS**) fueron mayores para los tratamientos de ensilado de maíz de corte más largo, los porcentajes en las pantallas PSPS top-2 combinadas fueron similares. Los nutricionistas de campo a menudo utilizan las proporciones de la pantalla PSPS combinadas top-2 como su indicador de peNDF basado en forraje- o TMR-. Los investigadores no observaron mejoras en el contenido de grasa de leche ni en el tiempo de rumia, los indicadores basados en vacas de peNDF, para los tratamientos de corte más largo.

Se necesita más investigación sobre un corte más largo si la práctica continúa siendo de interés para los gerentes de la lechería y sus consultores. Los mayores escollos potenciales de picar en un TLOC demasiado grande incluyen un empaque pobre en el silo y más clasificación en la litera de alimento, y, en el caso del ensilado de maíz, un procesamiento deficiente del grano. Todos ellos fueron evaluados en los estudios de Wisconsin y no se vieron afectados por los tratamientos de corte largo. El que surjan o no problemas en estas áreas para los ensilados de corte largo depende muy probablemente del contenido de humedad del ensilado y del TMR (más seco más desafiante), del tipo y configuración del equipo de cosecha, y del manejo del empaque del silo y de los procesos de mezcla/entrega del TMR. Estos factores deben ser considerados al afinar los ajustes de TLOC en las cosechadoras de forraje.

Los procesadores de tipo convencional son aquellos con un diferencial de velocidad de rodillo de aproximadamente el 20% y generalmente tienen como objetivo un TLOC de 17 mm a 22 mm (2/3 a 7/8 pulgada) y un espacio entre rodillos de 1 mm a 2 mm. Los procesadores de tipo contemporáneo son aquellos con un diferencial de velocidad de rodillo del 40% al 50% y un objetivo general de TLOC de 19 mm a 26 mm (3/4 a >1 pulgadas) y un espacio entre rodillos de 1 mm a 2 mm. El TLOC probablemente necesitará ser reducido para WPCS más seco (≥40% MS) con cualquier tipo de procesador de grano. Cuando la cortadora no está equipada con un procesador de grano, el TLOC objetivo es de 6 mm a 9 mm (1/4 a 3/8 pulgadas).

Los híbridos BMR tipo WPCS y (o) los híbridos WPCS a ser alimentados con alfalfa de lignina reducida, especialmente cuando se alimentan con dietas de forraje reducido, deben ser cortados en el extremo más alto de los rangos de TLOC proporcionados. Monitoree de cerca el procesamiento del grano para asegurar la rotura adecuada del grano y la finura del tamaño de las partículas para asegurar una alta digestibilidad del almidón, especialmente con los ensilados de maíz de TLOC más grandes.

Investigadores del Centro de Investigación de Forraje Lácteo de EE.UU. (Madison, WI) desarrollaron un índice de fragmentación WPCS, puntuación del procesamiento de ensilado de maíz **(CSPS)**, que es una métrica para determinar la efectividad del procesamiento del grano en la cosecha. El método utilizado por los laboratorios de pruebas comerciales es con una serie de tamices para separar las fracciones de grano y de forraje en muestras secas en un agitador vertical. La fracción de granos de maíz quebrados retenida en un tamiz de 4,75 mm se analiza para determinar la presencia de almidón y, mediante un cálculo diferencial, el CSPS se expresa como el porcentaje de almidón que pasa a través del tamiz de 4,75 mm. Las directrices de la CSPS sugieren que una muestra con más del 70% es procesada de manera óptima, entre el 50 y el 69% es procesada adecuadamente, y por debajo del 50% es procesada de manera deficiente. Este método también proporciona resultados de tamaño de partícula para la fracción de forraje, de modo que los valores peNDF pueden ser reportados para WPCS. Las determinaciones de tamaño de partícula para WPCS también se pueden hacer en granjas con el PSPS o en los laboratorios de pruebas comerciales usando el PSPS o en algunos laboratorios como Wisconsin Oscillating Screen Particle Separator.

Altura de corte

Cosechar el WPCS a diferentes alturas de corte influye en su valor nutritivo. El corte a mayor altura aumenta la digestibilidad de la fibra y el contenido de almidón del WPCS al dejar la parte más altamente lignificada del tallo en el campo y concentrar así más almidón en el material que se cosecha. Un resumen de los resultados de las pruebas de investigación indica que la disminución del rendimiento de MS (alrededor del 10%) a partir del aumento de la altura de corte de 15 a 45 cm (6 a 18") se compensa económicamente a través del aumento de las concentraciones de almidón WPCS (% de MS) y ivNDFD (% de NDF) (3%-unidades para las dos) y del rendimiento lechero (1,2 kg/día por vaca promediado a través de 4 experimentos de alimentación) a la mayor altura de corte. Además, se podría incluir más WPCS de corte alto en las raciones debido a su mayor calidad, en lugar de granos de maíz, lo que reduciría potencialmente los costos de

los piensos comprados.

El corte más alto del WPCS deja la parte más húmeda de la planta en el campo, aumentando así el contenido de MS del material vegetal cosechado entre un 2% y un 3%, lo que podría ser importante para gestionar mejor una cosecha de madurez temprana, si es necesario, mejorando el proceso de ensilado. Otros beneficios potenciales de la WPCS de corte alto incluyen la reducción de la erosión del suelo en tierras accidentadas y erosionables y la reducción de las concentraciones de nitratos en la WPCS, si interesa, ya que los nitratos están más concentrados en la parte inferior de la planta que se dejaría en el campo. El WPCS de corte alto es una herramienta de gestión, que puede variar de una granja a otra y de un campo a otro, y que podría resultar útil tanto en híbridos de doble propósito como en híbridos de tipo específico de ensilado para mejorar el valor nutritivo del WPCS, con la excepción de los híbridos BMR, en el rendimiento, el bajo contenido de lignina y la alta digestibilidad de la fibra se combinan para hacer que la práctica resulte poco práctica.

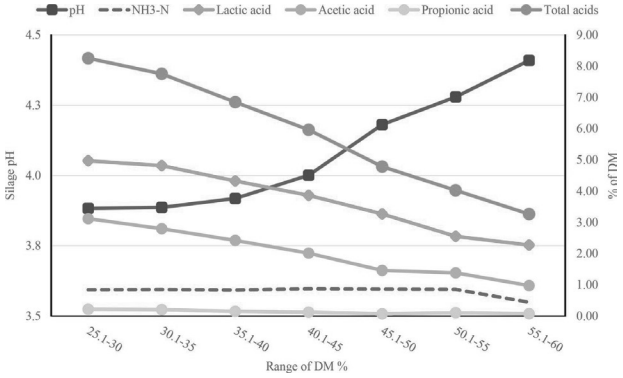
Aditivos

Los productos primarios que se agregan al WPCS en el momento del ensilado son inoculantes bacterianos compuestos de homofermentativo láctico **(LAB**), heterofermentativo LAB, o la combinación de ambos. El homofermentativo LAB aumenta el ácido láctico rápidamente en comparación con otros productos de fermentación, lo que resulta en una conservación más rápida del ensilado y sus nutrientes. Las LAB comunes contenidas en este tipo de inoculante son las especies Lactobacillus plantarum, Enterococcus faecium y Pediococcus. Estos inoculantes de LAB son generalmente la opción más barata, y aunque el modo de acción es inexplicable, cuando se revisan las estadísticas se demuestra que aumentan la producción de leche.

Lactobacillus buchneri, el LAB predominante en los inoculantes heterofermentativos, convierte lentamente el ácido láctico en ácido acético principalmente durante el almacenamiento, lo que mejora la estabilidad aeróbica en la alimentación desde el silo. Debido al potencial de altos conteos de levadura junto con altos contenidos de azúcar residual, la mejora de la estabilidad aeróbica en la alimentación se ha convertido en un punto focal para los inoculantes añadidos tanto al WPCS como al HMC en el momento del ensilado. Este tipo de inoculante de LAB generalmente tiene un costo adicional y no ha mejorado la producción de leche en los ensayos de investigación. Los inoculantes LAB de tipo combinado han sido desarrollados con el objetivo de mejorar la fermentación y la eficiencia del rendimiento de los animales junto con la estabilidad aeróbica en la alimentación. Aunque se ha comprobado que mejoran la estabilidad aeróbica, el impacto sobre el rendimiento de los animales no está claro.

Algunas cepas de Lactobacillus buchneri pueden producir esterasa de ácido ferúlico en el WPCS para la mejora potencial de la digestibilidad del NDF. Sin embargo, los resultados de los ensayos en una revisión bibliográfica realizada por investigadores de varios países fueron considerados inconsistentes y posiblemente influenciados por factores que podrían limitar la producción de esta enzima por parte del organismo. Existe interés en el concepto de inoculantes de ensilado que contienen organismos capaces de producir proteasa y/o enzimas amilásicas para mejorar potencialmente la digestibilidad del almidón tanto en el WPCS como en el HMC. Sin embargo, se necesita más investigación y desarrollo de productos en esta área.

Los resultados del perfil de fermentación para evaluar la calidad del ensilado pueden ser proporcionados por laboratorios comerciales de pruebas cuando se soliciten. Para la evaluación comparativa de la muestra, en la siguiente figura se presentan datos resumidos durante un período de 6 años para un laboratorio comercial de pruebas sobre la relación entre el contenido de MS del WPCS y las medidas clave de la fermentación del ensilado, incluyendo el pH, el amoníaco, los ácidos totales, el ácido láctico, el ácido acético y el ácido propiónico (fuente: Kung and co-workers, 2018, J. Dairy Sci.). La conservación óptima del WPCS se produce entre un 35 y un 38% de MS.



ENGLISH VERSION

CORN SILAGE FOR HIGH PRODUCING DAIRY COWS: KEY PERFORMANCE INDICATORS

Dr. Randy Shaver

Introduction

Whole-plant corn silage (**WPCS**) is the predominant forage source for ruminants around the world, because of its high dry matter (**DM**) yield potential (per acre or hectare) along with its high energy value compared to other forage crops. With lactating dairy cows, WPCS contributes greatly to their energy and forage neutral detergent fiber (**NDF**) needs, and reduces purchased feed costs from starchy grain supplements and generates milk revenue for dairy farmers. The energy value of WPCS is related primarily to its starch content, while the intake potential for WPCS, which is very important in high-producing dairy cows, is related to its NDF content and digestibility.

Starch content is related to the proportion of grain in the whole-plant DM, which can range from near zero to 50% or greater and is largely dependent on the hybrid, agronomic practices, crop stressors (e.g. drought, early frost), stage of maturity at harvest, and height of cutting. In a survey of the 4 major commercial USA feed analysis labs, starch and NDF contents (% of DM; n > 340,000 samples) and ruminal in vitro NDFD digestibility (**ivNDFD**; % of NDF; 30-hour incubation time point; n > 170,000 samples) were 32% ± 7, 41% ± 5 and 54% ± 6, respectively. Depending on the resultant nutrient analysis, WPCS can be targeted to a wide range of livestock groups.

High-starch (high energy) WPCS is best for growing beef cattle, whereas lower starch, and thus greater NDF and lower energy WPCS, is best for low-producing and dry dairy cattle, dairy replacement heifers, or beef brood cows. For high-producing dairy cows, WPCS with increased starch content, decreased NDF content, and greater NDF digestibility is desired. Rations for high-producing dairy cows are usually formulated to minimum forage NDF and maximum starch concentration guidelines, however, so WPCS above 1 standard deviation (**STDEV**) in starch% and below 1 STDEV in NDF%, or above 39% starch and below 36% NDF (DM basis), respectively, may not be desirable if WPCS comprises a high proportion of the total forage DM in the ration.

Factors affecting nutritional value

Readers are referred to the following Figures for WPCS key performance indicators for nutritional value.

Corn Silage Quality Indicators for High-Producing Dairy Herds

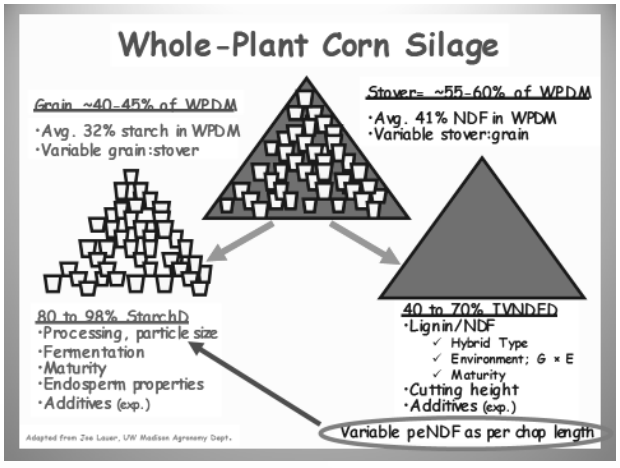
Parameter	Indicates Better Quality	Primary Reason
NDF	↓	↓ Rumen Fill Limitation of DMI
Lignin	↓	Potential for production response or feeding of higher-forage diets
$uNDF_{240}$	↓	
$NDFD_{30}$	↑	
Starch	↑	↑ Energy Density Potential for production response or feeding less corn grain
Milk per ton	↑	Quality Index for Ranking

Corn Silage Quality Indicators for High-Producing Dairy Herds

Parameter	Indicates Better Quality	n	Average ± 1 STDEV
NDF (% DM)	↓	384,715	41 - 36
Lignin (% DM)	↓	344,134	3.3 - 2.6
$uNDF_{240}$ (% NDF)	↓	81,418	27 - 24
$NDFD_{30}$ (% NDF)	↑	170,634	54 - 60
Starch (% DM)	↑	347,759	32 - 39
Milk per ton (kg)	↑	136,056	1509 - 1674

Summary of combined multi-year, multi-lab (CVAS, DairyOne, RRL, DLL) data

Numerous factors influence the nutritional value of WPCS as depicted in the following schematic.

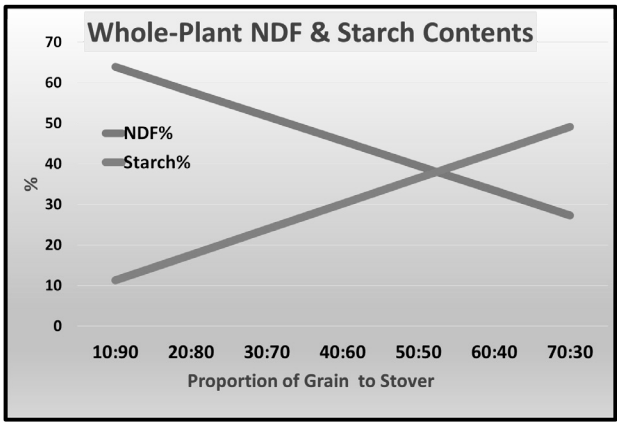


Grain to stover, starch to NDF ratios

Presented in the following figure (Source: R. D. Shaver) is a simulation of the impact of varying proportions of grain to stover on NDF and starch contents in WPCS. This was prepared using tabular NDF and starch concentrations (DM basis) for corn stover and corn grain, and the simulation partially explains the wide variation in NDF and starch concentrations for WPCS samples noted in the commercial lab survey (normal ranges for NDF and starch were 36%-46% and 25%-39% [DM basis], respectively).

Because, grain (starch) yield is influenced by the corn hybrid being grown and agronomic conditions and practices (i.e. soil type, conditions and fertility, irrigation vs. dryland corn production, amount and timing of rainfall relative to pollination with dryland corn production, and the timing of silage harvest relative to kernel maturity) for corn production, the actual NDF and starch concentrations in WPCS are largely uncontrolled. Furthermore, cutting higher will concentrate more starch into the whole-plant material that is harvested which can add to this variation. Thus, routine analysis for starch and NDF content is imperative when feeding WPCS so that rations can be adjusted accordingly.

While harvesting WPCS closer to the physiological maturity of the kernel, or black-layer stage that may increase grain (starch) yield and thus starch content of WPCS, there is a risk that increased vitreousness (hardness) of the starch in the kernel endosperm may reduce starch digestibility of the more mature, drier WPCS. Therefore, for those attempting to maximize the starch content of WPCS it is recommended that the target harvest moisture content for WPCS be greater than 60% and excellent kernel processing is done.



Hybrid type

Corn hybrids grown for WPCS production include dual-purpose and silage-specific types. Dual-purpose hybrids can be harvested as WPCS, HMC, or even DSC depending on a farm's livestock feed inventory needs relative forage yields in a specific year and potential HMC or DSC marketing opportunities for the grower. These type of hybrids tend to be most aggressively marketed in areas where diversified crop/livestock and (or) cash grain operations are prevalent. Selection of dual-purpose corn hybrids is based primarily on grain yield potential with some consideration given to grain versus stalk dry down rates and the ivNDFD if harvested as WPCS.

Silage-specific corn hybrids, which include brown mid rib (**BMR**; reduced lignin) and leafy types, are grown with the intention, at the time of planting, to harvest as WPCS to be fed to livestock on that farm or on a farm in the local area. These type of hybrids tend to be most aggressively marketed in areas where the land base available to livestock farms does not support producing more feed than the required forages and (or) where cash grain production is not a viable enterprise. Selection of silage-specific corn hybrids is based primarily on WPCS yield, starch content and ivNDFD along with the calculated indexes, milk per ton and milk per acre, used for ranking WPCS for use in dairy cattle diets. These WPCS indexes were developed at the University of Wisconsin for dairy, while recently Iowa State University presented beef per ton and per acre indexes for use within that livestock sector.

For WPCS samples noted in the commercial lab survey, ivNDFD averaged 54%, with samples 1 and 2 STDEV above the mean at 60% and 66%, respectively. It appears that only BMR-type hybrids provided consistent and major improvements in ivNDFD

of 6%- to 11%-units over trial averages from a 15-year summary of the University of Wisconsin – Madison Agronomy Department's hybrid performance trials. Due to sampling and lab assay variation, numerical ivNDFD differences of only 3%-units or less among hybrids are not likely to be statistically different or repeatable. In a summary by Wisconsin Extension workers of 11 published feeding trials comprising 17 treatment comparisons, feeding BMR (bm_3 mutant) hybrids increased DM intake and milk yield by 1.2 and 1.8 kg per cow per day, respectively, over control non-BMR hybrids.

Although the fundamental research base on corn kernel endosperm properties is solid, development of corn hybrids with a less-vitreous endosperm than normal to improve starch digestibility of corn silage, has not emerged broadly across the seed corn industry likely for the following reasons which temper potential genetic effects: harvest should be completed prior to the black layer stage of kernel maturity, kernels should be well-processed during harvest, and prolonged silo storage enhances starch digestibility.

Furthermore, there is no standardized, agreed upon laboratory method to assess starch digestibility differences among corn silage hybrids upon which to base hybrid comparisons or selection. Another concern is that a selection index based on starch digestibility could adversely impact future yield and (or) ivNDFD gains in corn silage hybrids.

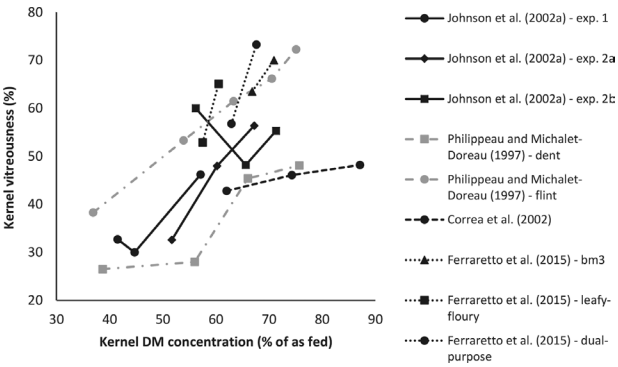
A few "seed to cow" focused companies, however, have pursued starch digestibility in their hybrid line-ups. The starch digestibility focus has also emerged in a few of the latest corn silage hybrids being marketed to dairy farmers, which include floury-leafy, floury bm_3, and high-amylase corn hybrids. Controlled production, intake, and digestion experiments in lactating dairy cows, however, are very limited for these corn hybrids. Potential animal performance benefits need to be weighed against any potential yield drag and (or) seed/trait cost increases. As mentioned, any ivNDFD differences in these hybrids needs to evaluated and taken into account.

Stage of harvest maturity / dry matter content

Stage of maturity at harvest influences yield, nutrient composition, digestibility, and ensiling characteristics of WPCS. As the corn crop maturity progresses, most changes are associated with the extent of kernel development, which increases the proportion of DM contributed by the kernel fraction relative to the stover fraction (stalk, leaves, ear shank and husk). During maturation of the corn plant, sugars moving into the kernels from the stalk are converted to starch, and the DM content of the kernels, along with the proportion of kernel DM in the whole-plant DM, increases. The increased concentration of starch and corresponding declines in CP and NDF concentrations in WPCS as stage of corn maturity progresses from early dent to black layer is well established. Delaying maturity at harvest increases DM, starch and energy yields per acre from WPCS primarily through increased grain yield.

However, delaying the harvest of WPCS to the black layer stage of kernel maturity reduces nutrient digestibility. As observed in other forage crops, cell wall digestibility of the corn plants is reduced at advanced maturity stages in relationship to greater stover lignification during maturation of the corn plant. Therefore, if delayed too far, delaying WPCS harvest maturity to achieve greater concentrations of starch and DM yields per acre may come at the expense of fiber digestibility. Of greater magnitude though is the decline in kernel starch digestibility which occurs at stage of kernel maturity approaches the black-layer stage of kernel maturity. Reduced total-tract starch digestibilities (**TTSD**) were observed for diets containing WPCS with >40% DM in a statistical review by Wisconsin researchers of published experiments. This likely is related to an increase in the proportion of vitreous (hard) endosperm in the kernel that is observed at advanced kernel maturity (refer to the following figure from Ferraretto and co-workers, 2018, J. Dairy Sci.).

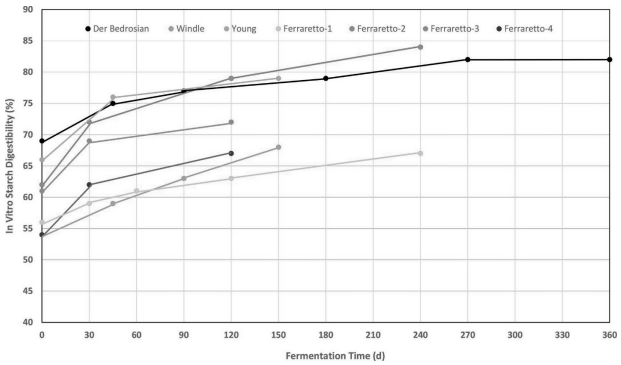
Furthermore, fat-corrected milk yield was reduced by 2.8 kg per cow per day when WPCS was harvested above 40% DM as reported by Wisconsin researchers from their statistical literature review. The consensus recommendation made by several research groups based on their independent research and literature summaries was to target 35% whole-plant DM at harvest to optimize the nutritive value of WPCS and lactation performance by dairy cows. While some variation exists in the relationship between stage of kernel maturity and whole-plant DM content, generally a 1/2 to 2/3rd kernel milk line stage of harvest is recommended. For WPCS harvested near black-layer stage or greater than 38% whole-plant DM content, excellent processing and several months of silo fermentation prior to feeding are imperative.



Time in Silo

Overall, the fermentation phase of the ensiling process lasts for up to several weeks. However, recent research indicates that fermentation effects on nutritive value continue for much longer in WPCS. Presented in the following figure (Source: Kung and co-workers, 2018, J. Dairy Sci.) are data on the relationship between ruminal starch digestibility measured in vitro (**ivSD**) and fermentation time in the silo. Although there is some variation in response across trials, generally there is about a 5-10%-unit increase in ivSD within the initial fermentation phase of several weeks followed by a similar magnitude of increase from then though 4 months of ensiling (10-20%-unit increase overall), and maximal ivSD may not be reached until about 9 months in storage.

Wisconsin researchers reported that ensiling HMC reduced zein-protein subunits that cross-link starch granules and suggested that the kernel starch-protein matrix was degraded by the activity of protease enzymes over an extended ensiling period. This could explain the coinciding increases in ammonia nitrogen, soluble crude protein (**CP**), and starch digestibility during the ensiling process for both HMC and WPCS. Recent research indicates that bacterial proteases are responsible for 60% of the increase in soluble CP concentrations, followed by kernel enzymes (30%), fungi (5%) and fermentation end products (5%).



Unlike starch digestibility which is increased by ensiling for HMC and WPCS, available research indicates that WPCS ivNDFD is minimally affected by ensiling. Therefore, WPCS hybrid selection and ranking based on ivNDFD measured on un-ensiled samples is a valid practice that is important to the industry for enhancing data turn-around time between when plot harvests are done and seed purchasing decisions are made.

Kernel processing and length of chop

The practice of using forage harvesters equipped with 2 counter-rotating rolls for processing the corn kernels in WPCS during harvest started to be adopted in the USA during the last decade of the 1990s and rapidly became the predominant harvest practice. Protecting the starch-containing endosperm in corn kernels is the pericarp or seed coat, which is highly resistant to microbial attachment and digestion. Therefore, breakage of the seed coat is necessary to enhance starch digestibility, which can be accomplished by either fine chopping or the use of processing rolls. If set properly and well maintained, processing rolls also break corn kernels down to a fine particle size which increases the surface area for digestion and thus enhances starch utilization by ruminant animals without the need for fine chopping (<10 mm or 3/8 inch theoretical length of cut [**TLOC**]). Establishment of physically effective NDF (peNDF) as an index of rumination activity and rumen function along with an increased reliance on corn silage in diet cattle diets, greatly increased the interest in harvesting WPCS with longer TLOC settings on forage harvesters. Thus, the rapid adoption of kernel processors on forage harvesters throughout North America.

Wisconsin researchers, from a statistical review of published WPCS experiments with lactating dairy cows, reported 6%-unit and 3%-unit greater TTSD when WPCS was processed using 1 to 3-mm roll gap settings compared with 4 to 8-mm processed or un-processed WPCS. This was likely related to differences in the degree kernel breakage among the treatments. These researchers also reported that the use of processing rolls increased TTSD for diets containing WPCS with 32% to 40% DM at feed-out but not when WPCS was above 40% DM), and when TLOC was set at 9 mm to 29 mm (3/8" to >1") but not when the TLOC setting was shorter or longer. These findings indicate that kernel processing is most effective when proper WPCS harvest maturity (moisture) and chop length guidelines are followed.

In the USA, there has been interest in increasing processed corn silage TLOC settings on SPFH to lengths greater than traditionally accepted norms, 26 mm versus 19 mm (>1 versus 3/4th inch). Farms feeding most of their forage as WPCS, desiring more peNDF in the silage to displace dry hay or straw from the TMR, expressed the most interest. Contemporary processors with greater roll speed differential (i.e. shredlage) for more aggressive processing facilitated this practice, as proper kernel processing is more difficult to achieve with longer TLOC. But the longer TLOC to increase particle length was not better for the cows in University of Wisconsin feeding trials that compared 26 mm or 30 mm TLOC in well processed WPCS to the more conventional 19 mm TLOC processed WPCS. While the as fed percentages of corn silage and resulting TMR on the top screen of the Penn State Particle Separator (**PSPS**) were greater for the longer-chop corn silage treatments, the percentages on the PSPS top-2 screens combined were similar. Field nutritionists often use the PSPS combined top-2 screen proportions as their forage- or TMR-based indicator of peNDF. The researchers observed no improvements in milkfat content or rumination time, the cow-based indicators of peNDF, for the longer-chop treatments.

More research is needed on longer chopping if the practice continues to be of interest to dairy managers and their consultants. The major potential pitfalls of chopping at too great a TLOC include poor packing in the silo and more sorting in the feed bunk, and, in the case of corn silage, poor kernel processing. These were all assessed in the Wisconsin studies and were unaffected by the long-chop treatments. Whether or not issues in these areas emerge for long-chop silages most likely depends on silage and TMR moisture contents (drier more challenging), harvest equipment type and set-up, and management of the silo packing and TMR mixing/delivery processes. These factors should be considered when fine-tuning TLOC settings on forage harvesters.

Conventional type processors are those with approximately 20% roll speed differential and generally target 17 mm to 22 mm TLOC (2/3rd to 7/8th inch) and 1 mm to 2 mm roll gap spacing. Contemporary type processors are those with 40% to 50% roll speed differential and general target 19 mm to 26 mm TLOC (3/4th to >1 inch) and 1 mm to 2 mm roll gap spacing. The TLOC will likely need to be reduced for drier WPCS (≥40% DM) with either type of kernel processor. Whenever a chopper is not equipped with a kernel processor the target TLOC is 6 mm to 9 mm (1/4th to 3/8th inch).

The BMR type WPCS hybrids and (or) WPCS hybrids to be fed with reduced-lignin alfalfa, especially when feeding reduced-forage diets, should be chopped at the higher end of the TLOC ranges provided. Monitor kernel processing closely for adequate kernel breakage and fineness of particle size to ensure high starch digestibility, especially with greater TLOC corn silages.

Researchers at the U.S. Dairy Forage Research Center (Madison, WI) developed a WPCS fragmentation index, corn silage processing score (**CSPS**), which is a metric for determining the effectiveness of kernel processing at harvest. The method used by the commercial testing labs is with a series of sieves to separate the kernel and stover fractions in dried samples on a vertical shaker. The fraction of broken corn kernels retained on a 4.75 mm sieve is analyzed for starch, and by difference calculation the CSPS is expressed as the percentage of starch passing through the 4.75-mm sieve. The CSPS guidelines suggest that a sample with greater than 70% is optimally processed, 50 to 69% is adequately processed, and below 50% is poorly processed. This method also provides particle size results for the stover fraction so that peNDF values can be reported for WPCS. Particle size determinations for WPCS can also be done on farms with the PSPS or in the commercial testing labs using the PSPS or in some labs the Wisconsin Oscillating Screen Particle Separator.

Height of cut

Harvesting WPCS at different cutting heights influences its nutritive value. Cutting higher increases fiber digestibility and starch content of WPCS by leaving the most highly-lignified por-

tion of the stalk in the field and thus concentrating more starch into the whole-plant material that is harvested. A summary of research trial results indicates that decreased DM yields (about 10%) from increasing cutting height from 15 to 45 cm (6 to 18") are offset economically through increased WPCS starch (% of DM) and ivNDFD (%of NDF) concentrations (3%-units for both) and milk yield (1.2 kg/day per cow averaged across 4 feeding experiments) at the higher cutting height. Also, more high-cut WPCS could be included in rations because of its higher quality, rather than corn grain, thereby potentially reducing purchased feed costs.

Cutting WPCS higher leaves the wettest portion of the plant in the field thereby increasing the DM content of the harvested whole-plant material 2%- to 3%-units which could be important for better managing an early-maturity harvest, if it becomes necessary, by improving the ensiling process. Other potential benefits of high-cut WPCS include reduced soil erosion on hilly, erodible land and reduced WPCS nitrate concentrations, if of concern, as nitrates are more concentrated in the bottom portion of the plant that would be left in the field. High-cut WPCS is management tool, which can be varied from farm to farm and field to field, that could prove useful in both dual-purpose and silage specific type hybrids for improving WPCS nutritive value, with the exception of the BMR hybrids where yield drag, low lignin content and high fiber digestibility combine to make the practice impractical.

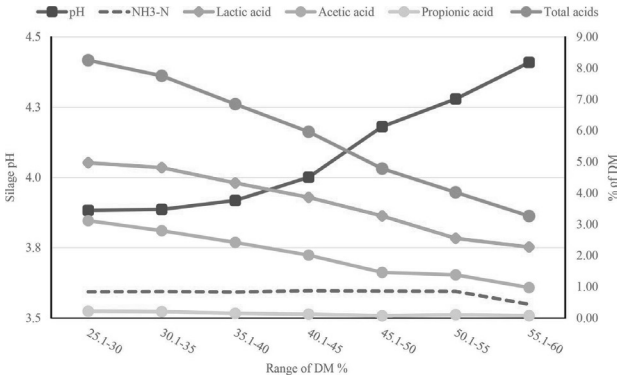
Additives

The primary products added to WPCS at the time of ensiling are bacterial inoculants comprised of either homofermentative lactic (**LAB**), heterofermentative LAB, or the combination. The homofermentative LAB increase lactic acid quickly relative to other fermentation products resulting in a more rapid preservation of the silage and its nutrients. Common LAB contained in this type of inoculant are Lactobacillus plantarum, Enterococcus faecium, and Pediococcus species. These LAB inoculants are usually the cheapest option, and while the mode of action is unexplained, they were found to increase milk production when evaluated in a statistical literature review.

Lactobacillus buchneri, the predominant LAB in heterofermentative inoculants, converts lactic acid to primarily acetic acid slowly during storage which improves aerobic stability at feed-out from the silo. Because of the potential for high yeast counts along with high residual sugar contents, improving aerobic stability at feed-out has become a focal point for inoculants added to both WPCS and HMC at the time of ensiling. This type of LAB inoculant usually has added cost and has not improved milk production in research trials. The combination-type LAB inoculants have been developed with the aim of improving fermentation and animal performance efficiencies along with aerobic stability at feed-out. While they have been found to improve aerobic stability, the impact on animal performance is unclear.

Some strains of Lactobacillus buchneri can produce ferulic acid esterase in WPCS for the potential improvement in NDF digestibility. Trial results in a literature review by multi-country researchers, however, were reported as inconsistent and possibly influenced by factors that could limit production of this enzyme by the organism. There is interest in the concept of silage inoculants that contain organisms capable of producing protease and (or) amylase enzymes for potentially improving starch digestibility in both WPCS and HMC. However, further research and product development is needed in this area.

Fermentation profile results to assess silage quality can be provided by commercial testing labs when requested. For sample benchmarking, presented in the following figure are data summarized over a 6-year period for a commercial testing lab on the relationship between the DM content of WPCS and key measures of silage fermentation including pH, ammonia, total acids, lactic acid, acetic acid, and propionic acid (Source: Kung and co-workers, 2018, J. Dairy Sci.). Optimal preservation of WPCS occurs at 35 to 38% DM.



INFLAMACIÓN Y ACIDOSIS RUMINAL

Tanya F. Gressley

1. INTRODUCCIÓN

La acidosis ruminal subaguda (SARA) puede ocurrir como consecuencia de alimentar con raciones de alta energía al ganado lechero. Durante la SARA, la tasa de producción de ácidos grasos de cadena corta (AGCC) del rumen excede la absorción de AGCC y resulta en una depresión poco saludable del pH del rumen. La severidad de SARA se cuantifica en base a la duración y la magnitud de la depresión del pH del rumen por debajo de un umbral (típicamente 5.6 o 5.8), y se ha caracterizado más bien en vacas canuladas ruminalmente.

Las consecuencias de SARA incluyen depresión y fluctuaciones en la ingesta, reducción de la digestibilidad de la dieta, reducción de la producción de leche, reducción del porcentaje de grasa de la leche, daño gastrointestinal, abscesos hepáticos y cojera (Krause and Oetzel, 2006; Radostits *et al.*, 2007; Plaizier *et al.*, 2008). Aunque algunos de estos efectos se pueden remediar con cambios de gestión para solucionar el SARA, la inflamación localizada y sistémica resultante del SARA puede causar impactos negativos a largo plazo en la salud y el bienestar de los animales. Este artículo discutirá los impactos de SARA en el tracto digestivo, la inflamación resultante de SARA, y los pasos que se pueden tomar para reducir SARA.

2. EL IMPACTO DE SARA EN EL RUMEN

Durante SARA, el aumento de los carbohidratos fermentables ruminalmente aumenta la producción de AGCC y provoca cambios en el microbioma del rumen. Varios estudios han utilizado tecnologías de secuenciación para evaluar los cambios en el microbioma del rumen en respuesta a la inducción de SARA o a la alimentación de alto contenido en grano. Se ha encontrado que la alimentación de alto contenido en grano o SARA disminuye en la diversidad tanto del microbioma del fluido del rumen como de las bacterias adheridas al epitelio del rumen (Mao *et al.*, 2013; Petri *et al.*, 2013; Wetzels *et al.*, 2017). Cuando se han utilizado tecnologías de secuenciación para caracterizar el microbioma del rumen, a nivel del filo, las dietas de alto contenido en grano tienden a aumentar la abundancia relativa de *Firmicutes* y a disminuir la abundancia relativa de *Bacteroidetes* (Khafipour *et al.*, 2009b; Mao *et al.*, 2013), aunque los efectos no siempre son consistentes entre los estudios. El uso del PCR para identificar cambios a nivel de especie ha demostrado que las raciones de alto contenido en grano o un problema SARA pueden resultar en una disminución de las bacterias fermentadoras de fibra incluyendo *Fibrobacter succinogenes* y *Ruminococcus flavefaciens* y un aumento de *Streptococcus bovis*, *Escherichia coli*, y *Megasphaera elsdenii* (Tajima *et al.*, 2001; Khafipour *et al.*, 2009b; Petri *et al.*, 2013). Khafipour *et al.* (2009b) encontraron que el aumento de *E. coli* estaba positivamente correlacionado con la gravedad de los síntomas de SARA, lo que los llevó a concluir que los aumentos de *E. coli* pueden ser importantes para la etiología de SARA. En un estudio de seguimiento, encontraron que la concentración de *E. coli* y de los factores de virulencia de *E. coli* en el líquido del rumen era aproximadamente 3 logs más alta en las vacas debido a un desafío de SARA basado en granos que se sabe que causa inflamación en comparación con SARA inducida por pellets de alfalfa que no desencadena una respuesta inflamatoria (Khafipour *et al.*, 2011). Disbiosis es un término utilizado para describir un cambio no saludable en la comunidad bacteriana y se ha asociado con enfermedades inflamatorias en humanos y modelos de roedores (Caesar *et al.*, 2012; Vieira *et al.*, 2013; Koboziev *et al.*, 2014). Un fenómeno similar puede estar ocurriendo en el rumen y los intestinos como resultado de SARA (Khafipour *et al.*, 2016). Colectivamente, estos datos sugieren que los cambios en las comunidades bacterianas del rumen en respuesta a SARA son un primer paso clave en los impactos negativos de SARA sobre el rendimiento animal.

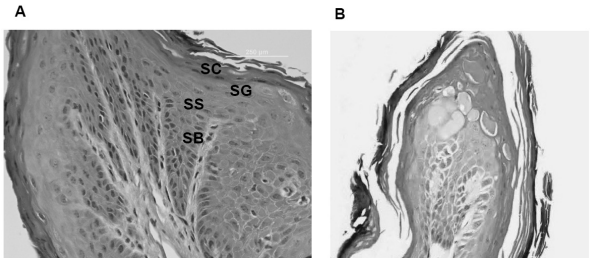
Paralelamente a los cambios en las poblaciones microbianas, también hay un aumento en las concentraciones en el rumen de compuestos potencialmente tóxicos e inflamatorios durante SARA. El que ha recibido más atención es el lipopolisacárido **(LPS**). El lipopolisacárido es un componente de las paredes celulares bacterianas gram negativas y se clasifica como una endotoxina porque la presencia de LPS en el cuerpo provoca una respuesta inflamatoria de las células de los mamíferos. Cuando los animales se enfrentan a una ración inductora de SARA, la disponibilidad de carbohidratos fermentables provoca inicialmente un crecimiento logarítmico de bacterias, al que sigue una lisis bacteriana masiva en respuesta a la menor disponibilidad de sustratos, la reducción del pH del rumen y la acumulación de productos finales de la fermentación (Zebeli and Metzler-Zebeli, 2012). El LPS libre se acumula tanto durante el crecimiento rápido como durante la lisis bacteriana, lo que resulta en un aumento de la concentración de LPS en el rumen durante SARA (Li *et al.*, 2012). Durante un desafío agudo de acidosis en vacas, el líquido del rumen recolectado después del desafío había aumentado la actividad de las endotoxinas y se volvió cada vez más tóxico cuando se inyectaba en ratones (Nagaraja *et al.*, 1978). Estos resultados llevaron a los autores a concluir que los efectos de la acidosis estaban mediados por los efectos sistémicos de la endotoxina del rumen. Además, se encontró que las concentraciones de LPS en el rumen están negativamente correlacionadas con el porcentaje de grasa de la leche y el rendimiento cuando las vacas son alimentadas con niveles crecientes de granos de cebada (Zebeli and Ametaj, 2009). Aunque la acumulación ruminal de LPS durante SARA puede ser importante para respuestas inflamatorias posteriores, las propiedades inmunoreactivas de LPS difieren entre las especies bacterianas, y Khafipour *et al.* (2009b) proponen que la respuesta inflamatoria a SARA se debe a *E. coli* LPS.

Otros compuestos potencialmente dañinos producidos durante SARA incluyen aminas biogénicas y etanol (Ametaj *et al.*, 2010). La etanolamina es una amina biogénica que no sólo tiene efectos potencialmente dañinos en el huésped, sino que también ha demostrado mejorar el crecimiento y la producción de factores de virulencia por parte de las bacterias patógenas (Saleem *et al.*, 2012; Zebeli and Metzler-Zebeli, 2012). La histamina es otra amina biogénica producida durante SARA y su papel potencial durante la respuesta inflamatoria a SARA se discutirá más adelante en esta exposición ya que está relacionado con la laminitis.

El epitelio del rumen sirve como una barrera selectiva, permitiendo la absorción de AGCC mientras que previene la entrada y colonización por bacterias. Los efectos sistémicos de SARA dependen de la ruptura de esta barrera. Estructuralmente, el epitelio del rumen consiste de cuatro capas, el estrato córneo, el estrato granuloso, el estrato espinoso y el estrato basal (Figura 1). En el rumen sano, las bacterias se asocian ligeramente

sólo con el estrato córneo. Las proteínas de unión estrecha que regulan la barrera de permeabilidad se expresan más fuertemente en el estrato granuloso y, hasta cierto punto, en el estrato espinoso (Graham and Simmons, 2005). Las conexiones entre el estrato granuloso, el estrato espinoso y el estrato basal permiten el transporte de AGCC desde el contenido del rumen hasta la lámina basal (Graham and Simmons, 2005). La función de barrera de permeabilidad del rumen responde a cambios en el animal o en el rumen. Por ejemplo, la permeabilidad aumenta durante el estrés oxidativo, el estrés térmico y la restricción alimenticia (Mani *et al.*, 2012; Zhang *et al.*, 2013). El aumento de la permeabilidad también puede ser una respuesta adaptativa a dietas de grano más alto para permitir una mayor absorción de AGCC (Zebeli and Metzler-Zebeli, 2012). Los estudios que utilizan secciones aisladas del rumen también han demostrado un aumento de la permeabilidad en respuesta a la acidificación o hiperosmolalidad (Schweigel *et al.*, 2005; Emmanuel *et al.*, 2007).

Figura 1. A. Sección transversal de una papila del rumen que muestra el estrato córneo (SC), estrato granuloso (SG), estrato espinoso (SS) y estrato basal (SB). **B.** Papila dañada que muestra separación del estrato córneo.



3. CAMBIOS EN LA MUCOSA DIGESTIVA EN RESPUESTA A SARA

Además de su papel como barrera selectiva, el rumen y el epitelio intestinal ayudan a dirigir la función inmunológica a través de sus interacciones con el tejido linfoide asociado al intestino **(GALT**). Estas microestructuras se encuentran en toda la mucosa digestiva y consisten en grupos de glóbulos blancos y estructuras inmunitarias en estrecha asociación con el epitelio digestivo. Varían en tamaño desde grandes parches de Peyer hasta pequeños folículos linfoides aislados y consisten en grupos de linfocitos B y T intercalados con células dendríticas y fagocitos (Goto and Kiyono, 2012). La presentación del antígeno de las células M o dendríticas hace que las células B se activen a las células plasmáticas secretoras de IgA. La IgA secretora entonces sale de las células epiteliales columnares a través de la transcitosis, donde se acumula en la mucosidad para prevenir la adhesión y la translocación de las bacterias objetivo (Kamada *et al.*, 2013). Las células T en los centros germinales dentro de GALT se activan por la unión de receptores de productos microbianos y citoquinas producidas localmente. En un animal sano, la tolerancia a los microorganismos intestinales comensales se ve facilitada por las células T con un fenotipo regulador que tiende a suprimir las respuestas inflamatorias de las células circundantes (Littman and Pamer, 2011).

Las actividades de los linfocitos y fagocitos dentro del intestino de un animal sano responden al microbioma para obtener respuestas apropiadas: tolerancia e inmunosupresión local en respuesta a organismos comensales e inflamación y activación inmunitaria en respuesta a un desafío patógeno. La unión de los componentes bacterianos a los receptores de reconocimiento de patógenos, como los receptores de peaje (TLR) y los receptores de tipo NOD, es esencial para la homeostasis. El desarrollo normal de las estructuras GALT depende del reconocimiento funcional de patógenos por parte de estos receptores. Además de promover el desarrollo adecuado de GALT, una mezcla simbiótica de bacterias comensales promueve la producción de mucosidad y la función de barrera del epitelio e inhibe la colonización por organismos competitivos (Kamada *et al.*, 2013). Los efectos del microbioma sobre las funciones de GALT y de la mucosa no son sólo a través de las interacciones directas de los componentes microbianos con los receptores, sino también a través de los productos de los microbios simbióticos, incluyendo los ácidos grasos de cadena corta (Brestoff and Artis, 2013). La disbiosis puede reducir la regulación de estas funciones protectoras, estimular la inflamación de la mucosa y potenciar la colonización por organismos patógenos.

Los efectos inflamatorios posteriores de SARA dependen de la ruptura de la barrera de permeabilidad del epitelio digestivo. Durante SARA, alguna combinación de aumento de la osmolalidad, reducción del pH, aumento de las toxinas bacterianas como el LPS y aumento de las aminas biogénicas conduce a la interrupción de la función de barrera. Un estudio que utilizó tejido aislado del rumen y del colon de los novillos demostró que el LPS y la disminución del pH actuaban sinérgicamente para reducir la función de barrera (Emmanuel *et al.*, 2007). Una vez que el epitelio se ha roto, las células GALT pueden responder provocando inflamación local y alterando la producción de citocinas; esto a su vez puede aumentar aún más la permeabilidad, potenciar la colonización por organismos patógenos, mejorar el paso de bacterias y toxinas a través del epitelio, e incrementar la respuesta inflamatoria (Mani *et al.*, 2012; Kurashima *et al.*, 2013). Cuando las vacas pasaron de una ración de grano de 0% a una ración de grano de 65%, el epitelio del rumen sufrió cambios dramáticos, incluyendo lesiones papilares visibles, disminución de las uniones apretadas, desprendimiento del estrato córneo y presencia de bacterias en el estrato granuloso y el estrato espinoso (Steele *et al.*, 2011). Khafipour *et al.* (2011) encontraron un aumento en los niveles de RNA de virulencia y factores de adhesión en *E. coli* aislados del líquido del rumen durante la SARA inducida por el grano, lo que indica que la SARA puede aumentar el potencial para que los organismos patógenos se aprovechen de una brecha en la integridad epitelial y colonicen las papilas.

Simultáneamente con la inflamación local en las papilas hay cambios en el ciclo celular epitelial, en la expresión de la proteína de adhesión y en la absorción de los AGCC. En comparación con las vacas alimentadas con dietas altas en forraje, las dietas altas en concentrados han ocasionado diferencias dramáticas en la expresión génica, incluyendo diferencias en los genes para las proteínas de adhesión y la regulación del ciclo celular (Taniguchi *et al.*, 2010; Steele *et al.*, 2011; Ma *et al.*, 2017). En un estudio in vitro de Meissner *et al.* (2017) encontraron que la exposición del tejido del rumen a un pH reducido y un aumento de los AGCC alteró la función de barrera epitelial y redujo la expresión de las proteínas de unión estrecha occludin, claudin-4 y claudin-7. De manera similar, un estudio en cabras reveló que una dieta de alto contenido en grano disminuía la integridad epitelial y la expresión de claudin-4 y occludin en el omaso (Liu *et al.*, 2014). Colectivamente, estos estudios demuestran que SARA causa cambios dramáticos en el epitelio del rumen, incluyendo la reducción de la función de barrera. La lesión del epitelio del rumen y los cambios en el ciclo celular en respuesta a SARA pueden dar lugar a paraqueratosis o hiperqueratosis (Penner *et al.*, 2011). Una mayor exposición de las capas epiteliales más basales a las bacterias y toxinas como resultado de la paraqueratosis puede aumentar la rumenitis y conducir a la formación de microabscesos (Kleen *et al.*, 2003).

Los eventos que ocurren en el rumen durante SARA se reflejan en el intestino grueso. Un aumento en la fermentación intestinal de carbohidratos ocurre típicamente al mismo tiempo que SARA y conduce a un aumento de las concentraciones de AGCC y LPS, una reducción en el pH y daño a la mucosa intestinal (Bissell, 2002; Dijkstra *et al.*, 2012; Li *et al.*, 2012). Los indicadores fecales de SARA incluyen diarrea, heces espumosas, aumento del tamaño de las partículas en las heces y presencia de yesos de mucina en las heces (Hall, 2002). Debido a que el epitelio intestinal está compuesto de una sola capa de células epiteliales, se ha propuesto que los efectos inflamatorios sistémicos de SARA podrían deberse al paso de bacterias o toxinas a través de la mucosa intestinal (Oetzel, 2003). De hecho, Khafipour *et al.* (2009a) descubrieron que el momento de la presencia de LPS en la sangre después de un desafío SARA sugería que LPS entraba en la circulación a través de los intestinos en lugar del rumen. Los estudios en cabras encontraron que, en comparación con la alimentación con una dieta alta en forraje, una ración alta en concentrados produjo daños en el colon, incluyendo la lesión epitelial, en uniones apretadas dañadas, en un aumento de marcadores de apoptosis, en un aumento de la infiltración celular inflamatoria y en una mayor expresión genética de mediadores inflamatorios (Tao *et al.*, 2014a; Tao *et al.*, 2014b).

4. EFECTOS SISTÉMICOS DE LA ACIDOSIS RUMINAL SUBAGUDA

Si las bacterias o toxinas entran en la mucosa a través de una brecha en el epitelio, pueden desencadenar una inflamación localizada, entrar en el hígado a través de la irrigación sanguínea de la vena porta o viajar sistémicamente a través del sistema linfático o la sangre. Por ejemplo, tanto SARA como la acidosis aguda producen un aumento de las concentraciones de endotoxina tanto en la vena porta hepática como en la vena hepática, lo que indica que la endotoxina generada en el tracto digestivo se introdujo en la circulación sistémica hepática (Haubro Andersen *et al.*, 1994; Chang *et al.*, 2015). La presencia de endotoxinas en el hígado, el torrente sanguíneo o el sistema linfático puede desencadenar una inflamación sistémica (Eckel and Ametaj, 2016). Por ejemplo, Chang *et al.* (2015) encontraron que la expresión de los genes inflamatorios estaba aumentada en los hígados de las vacas alimentadas con una dieta que induce SARA. El aumento del flujo de toxinas al hígado puede resultar en daño hepático, y Bobe *et al.* (2004) observaron que SARA puede aumentar la probabilidad de tener hígado graso el cual puede afectar a la función hepática. Además, SARA aumenta el estrés oxidativo en el hígado (Abaker *et al.*, 2017), que puede dañar el tejido hepático y reducir la capacidad del hígado para desintoxicar las endotoxinas derivadas del intestino. Y también, si las bacterias vivas salen o pasan por alto el hígado, pueden causar enfermedades inflamatorias crónicas en respuesta a SARA, como neumonía, endocarditis, pielonefritis y artritis (Oetzel, 2007). Las bacterias también pueden colonizar el hígado y formar abscesos. *Fusobacterium necrophorum* es el agente primario aislado de los abscesos hepáticos en el ganado de engorde, y la infección hepática es secundaria a la infección de la pared del rumen (Nagaraja and Chengappa, 1998). Este habitante normal del rumen aumenta su número en respuesta a dietas de alto contenido de grano y puede de manera oportunista colonizar una pared del rumen que ha sido dañada por paraqueratosis o rumenitis en respuesta a SARA (Tadepalli *et al.*, 2009). Estos son sólo algunos ejemplos de los efectos negativos de SARA sobre la función hepática, y es probable que otros productos bacterianos y toxinas que entran al hígado como resultado de SARA también puedan afectar a la función hepática.

Una respuesta clara del hígado a SARA inducida por grano es la producción de proteínas en fase aguda que pueden modificar la función inmunitaria y generar una respuesta inflamatoria sistémica. Las proteínas de fase aguda incluyen amiloide A en suero, haptoglobina, proteína de unión al LPS, proteína C reactiva y α-1 glicoproteína ácida. Sus efectos son multifacéticos e incluyen la estimulación o supresión de una respuesta inmunitaria, la estimulación de la reparación de tejidos, la eliminación de compuestos dañinos, el aislamiento de agentes infecciosos y la prevención o modificación de la inflamación (Zebeli and Metzler-Zebeli, 2012; Eckel and Ametaj, 2016). Además, las endotoxinas que actúan directa o indirectamente a través de las proteínas de la fase aguda pueden desencadenar la liberación de citoquinas inflamatorias por parte del hígado y los tejidos (Eckel and Ametaj, 2016). Plaizier *et al.* (2008) resumieron los resultados de múltiples estudios de desafío SARA y propusieron que el LPS, las aminas inflamatorias u otros productos de bacterias que llegan al hígado estimulan la liberación de proteínas en fase aguda del hígado y generan una respuesta inflamatoria sistémica. Por lo tanto, la inflamación sistémica no parece depender de que los compuestos bacterianos lleguen a la circulación general. Además de su liberación por el hígado, también se ha detectado la expresión de ARNm de proteínas en fase aguda en la mucosa gástrica, lo que indica que la mucosa también puede contribuir directamente a esta respuesta inflamatoria (Dilda *et al.*, 2012).

Los estudios también se han dirigido a evaluar por qué los desafíos SARA basados en grano inducen a un aumento de las proteínas en fase aguda circulantes, mientras que los desafíos SARA basados en alfalfa no lo hacen. En un estudio realizado con vacas con cánulas ruminales y cecales, Li *et al.* (2012) encontraron que, aunque las concentraciones de LPS en el rumen aumentaron en respuesta a ambos tipos de desafíos, las concentraciones de LPS en el cecal sólo aumentaron en respuesta al desafío basado en el grano. Proponen que la translocación de LPS del intestino grueso al hígado de animales con desafío basad en el grano podría ser la causa del aumento de las proteínas en la fase aguda. Sin embargo, usando modelos de desafío que pasaron por alto el rumen, nosotros y otros no hemos sido capaces de generar aumentos similares en las proteínas de fase aguda del plasma a como se encuentran en respuesta a dietas de alto contenido de grano, quizás debido a la naturaleza a corto plazo de esos desafíos (Bissell, 2002; Mainardi *et al.*, 2011). Khafipour *et al.* (2009b) encontraron que, de los cambios microbianos en respuesta a SARA, la abundancia de *E. coli* en el rumen, que aumentó sólo en respuesta a los desafíos de SARA basados en grano, se asoció más fuertemente con la concentración de proteínas en fase aguda en la sangre. Estos resultados sugieren que las diferencias en los productos bacterianos que llegan al hígado en respuesta a los cambios en la dieta pueden tener un impacto diferencial en la producción de proteínas en fase aguda. Esos autores también sugirieron que el aumento de las concentraciones de proteína de unión al LPS en la sangre es un indicador directo de la translocación del LPS del rumen al hígado (Khafipour *et al.*, 2009a). A medida que los datos sobre la respuesta de la proteína en fase aguda a SARA continúan aumentando, se está haciendo evidente que el paso directo de LPS u otros productos bacterianos a la circulación general puede no ser necesario para la respuesta inflamatoria sistémica a SARA. En cambio, la modulación inmune a nivel del hígado o incluso de la mucosa intestinal parece ser suficiente para impulsar la inflamación sistémica.

La laminitis y la cojera son consecuencias de SARA, y es probable que mecanismos similares a los que impulsan las respuestas inflamatorias sistémicas a SARA también medien en el daño del casco. En respuesta a la acidosis del rumen, las sustancias va-

soactivas, incluyendo el LPS y las aminas biogénicas, pueden ser absorbidas a través de la mucosa intestinal. El daño a la pared intestinal y la entrada de productos bacterianos pueden impulsar la formación de productos vasoactivos endógenos, incluyendo citoquinas y prostaglandinas. El efecto principal de estos compuestos exógenos y endógenos es la dilatación de las arteriolas y la constricción de las vénulas, que a nivel del intestino pueden aumentar la inflamación y aumentar la entrada de toxinas (Shearer, 2011; Eckel and Ametaj, 2016). En el corion del casco, estos cambios vasculares dan lugar a inflamación, hemorragia, muerte de células, activación de las metaloproteinasas de la matriz y alteración de la señalización del factor de crecimiento (Shearer, 2011). La alteración del crecimiento celular, el daño celular, la reducción del flujo de oxígeno y nutrientes, y la reducción de la adhesión intercelular pueden causar hundimiento del hueso del pedal, daño al corion, dolor y lesiones (Nocek, 1997; Goff, 2006). Se ha propuesto que la histamina que se absorbe del intestino o se produce de forma endógena durante la inflamación desempeña un papel clave en el desarrollo de la laminitis. En un estudio con toros, Takahashi y Young (1981) demostraron que la sobrecarga de grano y la inyección de histamina en la arteria digital actuaban sinérgicamente para inducir la laminitis. Según lo revisado por Katz y Bailey (2012), la laminitis equina resultante de la sobrecarga de almidón se produce a través de un mecanismo similar al presentado en rumiantes. La pérdida de la función de barrera en el intestino permite la entrada de productos bacterianos, incluyendo LPS y aminas, en la circulación de la vena portal. Se sugiere que los cambios inflamatorios resultantes en el hígado y los leucocitos, con o sin entrada sistémica de toxinas, causan laminitis a través de cambios vasculares en el casco, apoptosis, daño oxidativo y degradación enzimática de la membrana basal (Katz and Bailey, 2012).

5. EL MANEJO DE VACAS PARA REDUCIR EL IMPACTO DE SARA

A nivel del rumen, las causas de SARA pueden clasificarse en términos generales como factores de manejo, ambientales y animales que reducen la capacidad de regulación del rumen o aumentan la acumulación de AGCS en el rumen. Según Stone (2004), la capacidad de regulación puede aumentarse, incrementando el contenido de forraje en la dieta y optimizando el tamaño de las partículas para aumentar la masticación y el flujo de saliva, mediante la adición de reguladores externos o agentes alcalinizantes a la ración, y mediante el aumento de la diferencia de aniones catiónicos en la dieta de la ración. Los riesgos de SARA pueden reducirse siguiendo las recomendaciones de alimentación, incluyendo el mantenimiento del tamaño adecuado de las partículas y de la fibra físicamente efectiva, y evitando el exceso de carbohidratos fermentables (Stone, 2004). La capacidad de regulación puede reducirse en respuesta al estrés por calor o como resultado de la disminución de la masticación, por ejemplo, debido a la clasificación del alimento. Aumentar la regulación dietética durante el estrés por calor, practicar la reducción del estrés por calor y prevenir la clasificación de los alimentos puede ayudar a reducir la incidencia de SARA. El ritmo de producción de AGCC y el riesgo de SARA pueden aumentar en respuesta al aumento de la proporción de grano en la dieta, al aumento de la fermentabilidad del grano o forraje, al aumento de la ingesta de alimentos y a factores de gestión que conducen a comidas más grandes y menos frecuentes. La consistencia fecal debe ser monitorizada regularmente, en particular después de cambios en las raciones, para detectar signos de SARA en el rebaño. Las diferencias individuales en la susceptibilidad a SARA pueden estar relacionadas con la variación en la ingesta de alimentos, la variación en la regulación de la saliva, la variación en la absorción de AGCC y las diferencias en la tolerancia a las endotoxinas (Khafipour *et al.*, 2009b).

Los suplementos dietéticos ofrecen la posibilidad de mejorar la respuesta para reducir los impactos negativos de SARA, ya sea mitigando los eventos en el tracto digestivo o reduciendo los eventos inflamatorios posteriores. La inclusión de levadura viva o un producto de levadura puede ayudar a estabilizar el microbioma del rumen para aliviar los efectos negativos de SARA (Al-Zahal *et al.*, 2014). Otros microbios alimentados directamente, como *Enterococcus faecium* o *Lactococcus lactis* , pueden ayudar a estabilizar el ambiente del rumen (Chiquette *et al.*, 2015). La inclusión de suplementos alimenticios como el aceite de linaza o el aceite de pescado que contienen altos niveles de ácidos grasos omega-3 puede ayudar a reducir la respuesta inflamatoria y el daño tisular que pueden ser resultado de ingerir dietas altas en carbohidratos (Mani *et al.*, 2012). Otros suplementos dietéticos como la biotina y el zinc tienen el potencial de fortalecer el epitelio para prevenir las lesiones tisulares causadas por SARA (Goff, 2006). Un estudio reciente también indicó que la administración de suplementos de tiamina durante un desafío SARA aumentó el pH del rumen, disminuyó la LPS del rumen y redujo la expresión de proteínas inflamatorias en el epitelio del rumen (Pan *et al.*, 2017). Finalmente, a medida que continuamos aumentando nuestra comprensión de las bacterias patológicas que contribuyen al daño tisular inducido por SARA, puede haber potencial para desarrollar estrategias de gestión para reducir la capacidad competitiva de esos organismos. Por ejemplo, Gill *et al.* (2000) descubrieron que la vacunación contra *Streptococcus bovis* redujo la severidad de la respuesta a un desafío agudo de acidosis en ovejas, y el desarrollo futuro de vacunas contra bacterias patológicas asociadas con SARA podría ser beneficioso.

6. CONCLUSIONES

La acidosis ruminal subaguda afecta el rendimiento y la salud de las vacas. La rumenitis es el golpe inicial de SARA y resulta en una activación inflamatoria e inmune que reduce la energía disponible para la producción, permite la transferencia de productos bacterianos a través del epitelio intestinal y puede dañar tejidos como el hígado y la pezuña. La acidosis ruminal subaguda probablemente seguirá siendo un problema para la industria láctea, ya que se requieren dietas altas en energía para mantener altos niveles de producción de leche. Una atención cuidadosa al manejo nutricional y al desarrollo de nuevas estrategias de mitigación de SARA puede ayudar a reducir su impacto en el futuro.

7. BIBLIOGRAFÍA

En la version inglesa

ENGLISH VERSION ▾

INFLAMMATION AND RUMINAL ACIDOSIS

Tanya F. Gressley

1. INTRODUCTION

Sub-acute ruminal acidosis (SARA) can occur as a consequence of feeding high energy rations to dairy cattle. During SARA, the rate of rumen short-chain fatty acid (SCFA) production exceeds SCFA absorption and results in an unhealthy depression of rumen pH. The severity of SARA is quantified based on the duration and magnitude of depression of rumen pH below a threshold (typically 5.6 or 5.8), and has been most well characterized in ruminally cannulated cows.

Consequences of SARA include depression and fluctuations in intake, reduced diet digestibility, reduced milk yield, reduced milk fat percent, gastrointestinal damage, liver abscesses, and lameness (Krause and Oetzel, 2006; Radostits *et al.*, 2007; Plaizier *et al.*, 2008). Though some of these effects can be remedied with management changes to resolve SARA, localized and systemic inflammation resulting from SARA can cause long term negative impacts on animal health and wellbeing. This review will discuss the impacts of SARA on the digestive tract, inflammation resulting from SARA, and steps that can be taken to reduce SARA.

2. IMPACT OF SARA ON THE RUMEN

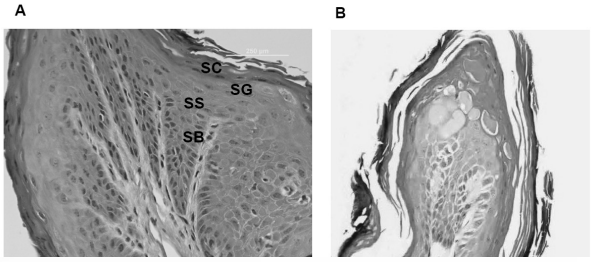
During SARA, the increase in ruminally fermentable carbohydrates increases SCFA production and leads to shifts in the rumen microbiome. Several studies have used sequencing technologies to evaluate the changes in the rumen microbiome in response to SARA induction or high grain feeding. High grain feeding or SARA has been found to decrease in diversity of both the rumen fluid microbiome and the bacteria adhered to the rumen epithelium (Mao *et al.*, 2013; Petri *et al.*, 2013; Wetzels *et al.*, 2017). When sequencing technologies have been used to characterize the rumen microbiome, at the phylum level, high grain diets tend to increase the relative abundance of *Firmicutes* and decrease the relative abundance of *Bacteroidetes* (Khafipour *et al.*, 2009b; Mao *et al.*, 2013), though effects are not always consistent across studies. The use of PCR to identify changes at the species level has demonstrated that high grain rations or a SARA challenge can result in a decrease in fiber fermenting bacteria including *Fibrobacter succinogenes* and *Ruminococcus flavefaciens* and an increase in *Streptococcus bovis*, *Escherichia coli*, and *Megasphaera elsdenii* (Tajima *et al.*, 2001; Khafipour *et al.*, 2009b; Petri *et al.*, 2013). Khafipour *et al.* (2009b) found that the increase in *E. coli* was positively correlated with the severity of SARA symptoms, leading them to conclude that increases in *E. coli* may be important to the etiology of SARA. In a follow up study, they found that the concentration of *E. coli* and *E. coli* virulence factors in rumen fluid was approximately 3 logs higher in cows given a grain based SARA challenge known to cause inflammation compared to alfalfa pellet induced SARA that does not trigger an inflammatory resposne (Khafipour *et al.*, 2011). Dysbiosis is a term used to describe an unhealthy shift in the bacterial community and has been associated with inflammatory diseases in humans and rodent models (Caesar *et al.*, 2012; Vieira *et al.*, 2013; Koboziev *et al.*, 2014). A similar phenomenon may be occurring in the rumen and intestines as a result of SARA (Khafipour *et al.*, 2016). Collectively, these data suggest that shifts in rumen bacterial communities in response to SARA are a key first step in the negative impacts of SARA on animal performance.

Concurrent with shifts in microbial populations, there is also an increase in rumen concentrations of potentially toxic and inflammatory compounds during SARA. The one that has received the most attention is lipopolysaccharide (**LPS**). Lipopolysaccharide is a component of gram negative bacterial cell walls, and is classified as an endotoxin because the presence of LPS within the body elicits an inflammatory response by mammalian cells. When animals are challenged with a SARA-inducing ration, the availability of fermentable carbohydrates initially results in logarithmic growth of bacteria, which is later followed by massive bacterial lysis in response to reduced availability of substrates, reduced rumen pH, and accumulation of fermentation end products (Zebeli and Metzler-Zebeli, 2012). Free LPS accumulates both during rapid growth and during bacterial lysis, resulting in increased rumen concentrations of LPS during SARA (Li *et al.*, 2012). During an acute acidosis challenge in cows, rumen fluid collected following the challenge had increased endotoxin activity and became increasingly toxic when injected into mice (Nagaraja *et al.*, 1978). These results led the authors to conclude that the effects of acidosis were mediated by systemic effects of rumen endotoxin. In addition, rumen concentrations of LPS were found to be negatively correlated with milk fat percentage and yield when cows were fed increasing levels of barley grain (Zebeli and Ametaj, 2009). Although rumen accumulation of LPS during SARA may be important for subsequent inflammatory responses, the immunoreactive properties of LPS differ among bacterial species, and Khafipour *et al.* (2009b) propose that the inflammatory response to SARA is due to *E. coli* LPS.

Other potentially harmful compounds produced during SARA include biogenic amines and ethanol (Ametaj *et al.*, 2010). Ethanolamine is a biogenic amine that not only has potentially harmful effects on the host but has also been shown to enhance growth and virulence factor production by pathogenic bacteria (Saleem *et al.*, 2012; Zebeli and Metzler-Zebeli, 2012). Histamine is another biogenic amine produced during SARA and its potential role during the inflammatory response to SARA will be discussed later in this review as it relates to laminitis.

The rumen epithelium serves as a selective barrier, allowing for absorption of SCFA while preventing entry and colonization by bacteria. Systemic effects of SARA are dependent upon a breach in this barrier. Structurally the rumen epithelium consists of four layers, the stratum corneum, stratum granulosum, stratum spinosum, and stratum basale (Figure 1). In the healthy rumen, bacteria are loosely associated only with the stratum corneum. Tight junction proteins that regulate the permeability barrier are expressed most heavily in the stratum granulosum and to some extent in the stratum spinosum (Graham and Simmons, 2005). Connections among the stratum granulosum, stratum spinosum, and stratum basale allow for the transport of SCFA from the rumen contents to the basal lamina (Graham and Simmons, 2005). The permeability barrier function of the rumen responds to changes in the animal or the rumen. For example, permeability is increased during oxidative stress, heat stress, and feed restriction (Mani *et al.*, 2012; Zhang *et al.*, 2013). Increased permeability may also be an adaptive response to higher grain diets to allow for increased uptake of SCFA (Zebeli and Metzler-Zebeli, 2012). Studies using isolated sections of rumen have also demonstrated increased permeability in response to acidification or hyperosmolality (Schweigel *et al.*, 2005; Emmanuel *et al.*, 2007).

Figure 1. A. Cross-section of a rumen papilla showing the stratum corneum (SC), stratum granulosum (SG), stratum spinosum (SS), and stratum basale (SB). **B.** Damaged papilla showing separation of stratum corneum.



3. CHANGES IN THE DIGESTIVE MUCOSA IN RESPONSE TO SARA

In addition to its role as a selective barrier, the rumen and intestinal epithelium helps direct immune function through its interactions with gut-associated lymphoid tissue (**GALT**). These

microstructures are found throughout the digestive mucosa and consist of clusters of white blood cells and immune structures in close association with digestive epithelium. They range in size from large Peyer's patches to small isolated lymphoid follicles and consist of clusters of B and T lymphocytes interspersed with dendritic cells and phagocytes (Goto and Kiyono, 2012). Antigen presentation from M cells or dendritic cells causes B cells to be activated to IgA-secreting plasma cells. Secretory IgA then exits the columnar epithelial cells via transcytosis where it accumulates in the mucus to prevent attachment and translocation of target bacteria (Kamada *et al.*, 2013). T cells in germinal centers within GALT are activated by receptor binding of microbial products and locally produced cytokines. In a healthy animal, tolerance of commensal gut microorganisms is facilitated by T cells with a regulatory phenotype that tend to suppress inflammatory responses by surrounding cells (Littman and Pamer, 2011).

Activities of lymphocytes and phagocytes within the gut of a healthy animal respond to the microbiome to elicit appropriate responses: tolerance and local immunosuppression in response to commensal organisms and inflammation and immune activation in response to a pathogenic challenge. Binding of bacterial components to pathogen recognition receptors such as toll like receptors (TLR) and NOD-like receptors is essential for homeostasis. Normal development of GALT structures is dependent upon functional pathogen recognition by these receptors. In addition to promoting proper GALT development, a symbiotic mix of commensal bacteria promotes mucus production and barrier function of the epithelium and inhibits colonization by competitive organisms (Kamada *et al.*, 2013). The effects of the microbiome on GALT and mucosal functions are not only through direct interactions of microbial components with receptors but also through products of symbiotic microbes including short chain fatty acids (Brestoff and Artis, 2013). Dysbiosis can down-regulate these protective functions, stimulate mucosal inflammation, and potentiate colonization by pathogenic organisms.

Downstream inflammatory effects of SARA are dependent on a breach in the permeability barrier of the digestive epithelium. During SARA, some combination of increased osmolality, reduced pH, increased bacterial toxins such as LPS, and increased biogenic amines leads to disruption of the barrier function. A study using isolated rumen and colon tissue from steers demonstrated that LPS and decreased pH acted synergistically to reduce barrier function (Emmanuel *et al.*, 2007). Once the epithelium has been breached, GALT cells may respond by triggering local inflammation and altering cytokine production; this in turn may further increase permeability, potentiate colonization by pathogenic organisms, enhance passage of bacteria and toxins across the epithelium, and increase the inflammatory response (Mani *et al.*, 2012; Kurashima *et al.*, 2013). When cows were switched from a 0% grain ration to a 65% grain ration, the rumen epithelium underwent dramatic changes including visible papillae lesions, decreased tight junctions, sloughing of the stratum corneum, and presence of bacteria in the stratum granulosum and stratum spinosum (Steele *et al.*, 2011). Khafipour *et al.* (2011) found increased RNA levels of virulence and adhesion factors in *E. coli* isolated from rumen fluid during grain-induced SARA, indicating that SARA may increase the potential for pathogenic organisms to take advantage of a breach in epithelial integrity and colonize papillae.

Concurrent with local inflammation in the papillae are changes in epithelial cell cycle, adhesion protein expression, and SCFA absorption. Compared to cows fed high forage diets, high concentrate diets have resulted in dramatic differences in gene expression, including differences in genes for adhesion proteins and cell cycle regulation (Taniguchi *et al.*, 2010; Steele *et al.*, 2011; Ma *et al.*, 2017). An in vitro study by Meissner *et al.* (2017) found that exposure of rumen tissue to reduced pH and increased SCFA disrupted epithelial barrier function and reduced expression of the tight junction proteins occludin, claudin-4, and claudin-7. Similarly, a study in goats revealed that a high grain diet decreased the epithelial integrity and the expression of claudin-4 and occludin in the omasum (Liu *et al.*, 2014). Collectively, these studies demonstrate that SARA causes dramatic changes to the rumen epithelium including reduced barrier function. Injury to the rumen epithelium and changes to the cell cycle in response to SARA can result in parakeratosis or hyperkeratosis (Penner *et al.*, 2011). Increased exposure of the more basal epithelial layers to bacteria and toxins as a result of parakeratosis can further increase rumenitis and lead to the formation of microabscesses (Kleen *et al.*, 2003).

Events that occur in the rumen during SARA are mirrored in the large intestine. An increase in intestinal carbohydrate fermentation typically occurs concurrent with SARA and leads to increased concentrations of SCFA and LPS, a reduction in pH, and damage to the intestinal mucosa (Bissell, 2002; Dijkstra *et al.*, 2012; Li *et al.*, 2012). Fecal indicators of SARA include diarrhea, frothy feces, increased particle size in feces, and presence of mucin casts in feces (Hall, 2002). Because the intestinal epithelium is composed of only a single layer of epithelial cells, it has been proposed that systemic inflammatory effects of SARA might be due to passage of bacteria or toxins through the intestinal mucosa (Oetzel, 2003). In fact, Khafipour *et al.* (2009a) found that the timing of the presence of LPS in the blood following a SARA challenge suggested LPS entered the circulation via the intestines instead of the rumen. Studies in goats found that compared to feeding high forage diet, a high concentrate ration resulted in evidence of colonic damage including epithelial injury, damaged tight junctions, increased markers of apoptosis, increased inflammatory cell infiltration, and greater gene expression of inflammatory mediators (Tao *et al.*, 2014a; Tao *et al.*, 2014b).

4. SYSTEMIC EFFECTS OF SUB-ACUTE RUMINAL ACIDOSIS

If bacteria or toxins enter the mucosa through a breach in the epithelium, they may trigger localized inflammation, enter the liver through the portal blood supply, or travel systemically through the lymphatics or blood. For example, both SARA and acute acidosis result in increased concentrations of endotoxin in both the hepatic portal vein and hepatic vein, indicating that endotoxin generated in the digestive tract entered both the liver systemic circulation (Haubro Andersen *et al.*, 1994; Chang *et al.*, 2015). The presence of endotoxins in the liver, bloodstream, or lymphatic system can then trigger systemic inflammation (Eckel and Ametaj, 2016). For example, Chang *et al.* (2015) found that expression of inflammatory genes was up-regulated in the livers of cows fed a SARA inducing diet. Increased toxin flow to the liver can result in hepatocyte damage, and Bobe *et al.* (2004) noted that SARA can increase the likelihood of fatty liver which can further impair liver function. Further, SARA increases oxidative stress in the liver (Abaker *et al.*, 2017), which can damage liver tissue and reduce the ability of the liver to detoxify gut-derived endotoxin. In addition, if live bacteria exit or bypass the liver, they can cause chronic inflammatory diseases in response to SARA such as pneumonia, endocarditis, pyelonephritis, and arthritis (Oetzel, 2007). Bacteria may also colonize the liver and form abscesses. *Fusobacterium necrophorum* is the primary agent isolated from liver abscesses in feedlot cattle, and the liver infection is secondary to infection of the rumen wall (Nagaraja and Chengappa, 1998). This normal inhabitant of the ru-

men increases number in response to high grain diets and can opportunistically colonize a rumen wall that has been damaged by parakeratosis or rumenitis in response to SARA (Tadepalli *et al.*, 2009). These are just a few examples of the negative effects of SARA on liver function, and it is likely that other bacterial products and toxins entering the liver as a result of SARA may also impair liver function.

One clear response of the liver to grain-induced SARA is production of acute phase proteins that can modify immune function and generate a systemic inflammatory response. Acute phase proteins include serum amyloid A, haptoglobin, LPS-binding protein, C-reactive protein, and α-1 acid glycoprotein. Their effects are multifaceted and include stimulating or suppressing an immune response, stimulating tissue repair, removing harmful compounds, isolating infectious agents, and preventing or modifying inflammation (Zebeli and Metzler-Zebeli, 2012; Eckel and Ametaj, 2016). In addition, endotoxins acting directly or indirectly through acute phase proteins can trigger release of inflammatory cytokines by the liver and tissues (Eckel and Ametaj, 2016). Plaizier *et al.* (2008) summarized results from multiple SARA challenge studies and proposed that LPS, inflammatory amines, or other products of bacteria that reach the liver stimulate release of acute phase proteins from the liver and generate a systemic inflammatory response. Thus, systemic inflammation does not appear to be dependent on bacterial compounds reaching the general circulation. In addition to their release by the liver, mRNA expression of acute phase proteins has also been detected in the gastric mucosa, indicating that the mucosa may contribute directly to this inflammatory response as well (Dilda *et al.*, 2012).

Studies have also been aimed at evaluating why grain-based SARA challenges induce an increase in circulating acute phase proteins while alfalfa-based SARA challenges fail to do so. In a study using cows with ruminal and cecal cannulas, Li *et al.* (2012) found that although rumen concentrations of LPS increased in response to both types of challenges, cecal concentrations of LPS only increased in response to the grain-based challenge. They propose that translocation of LPS from the large intestine to the liver of grain-challenged animals might account for the increase in acute phase proteins. However, using challenge models that bypassed the rumen, we and others have been unable to generate similar increases in plasma acute phase proteins as found in response to high grain diets, perhaps due to the short-term nature of those challenges (Bissell, 2002; Mainardi *et al.*, 2011). Khafipour *et al.* (2009b) found that of the microbiome shifts in response to SARA, rumen *E. coli* abundance, which increased only in response to grain-based SARA challenges, was most strongly associated with concentration of acute phase proteins in the blood. These results suggest that differences in bacterial products reaching the liver in response to dietary changes can differentially impact acute phase protein production. Those authors also suggested that increased LPS binding protein concentrations in the blood are a direct indicator of LPS translocation from the rumen to the liver (Khafipour *et al.*, 2009a). As data on acute phase protein response to SARA continues to mount, it is becoming clear that direct passage of LPS or other bacterial products to the general circulation may not be necessary for the systemic inflammatory response to SARA. Instead, immune modulation at the level of the liver or even the gut mucosa seems to be sufficient to drive systemic inflammation.

Laminitis and lameness are consequences of SARA, and it is likely that similar mechanisms to those driving systemic inflammatory responses to SARA also mediate hoof damage. In response to rumen acidosis, vasoactive substances including LPS and biogenic amines can be absorbed across the gut mucosa. Damage to the gut wall and entry of bacterial products can drive formation of endogenous vasoactive products including cytokines and prostaglandins. The primary effect of these exogenous and endogenous compounds is dilation of arterioles and constriction of venules which at the level of the gut can enhance inflammation and increase entry of toxins (Shearer, 2011; Eckel and Ametaj, 2016). In the corium of the hoof, these vascular changes result in inflammation, hemorrhage, death of cells, activation of matrix metalloproteinases, and disruption of growth factor signaling (Shearer, 2011). Altered cell growth, cell damage, reduced oxygen and nutrient flow, and reduction of intercellular adhesion can cause sinkage of the pedal bone, damage to the corium, pain, and lesions (Nocek, 1997; Goff, 2006). Histamine that is absorbed from the gut or produced endogenously during inflammation has been proposed to play a key role in development of laminitis. In a study using bulls, Takahashi and Young (1981) demonstrated that grain overload and histamine injection to the digital artery acted synergistically to induce laminitis. As reviewed by Katz and Bailey (2012), equine laminitis resulting from starch overload occurs via a similar mechanism to that proposed in ruminants. A loss of barrier function in the gut allows for influx of bacterial products including LPS and amines into the portal circulation. The resulting inflammatory changes in liver and leukocytes, with or without systemic entry of toxins, is proposed to cause laminitis through vascular changes in the hoof, apoptosis, oxidative injury, and enzymatic degradation of the basement membrane (Katz and Bailey, 2012).

5. MANAGING COWS TO REDUCE THE IMPACT OF SARA

At the level of the rumen, causes of SARA can broadly be classified as management, environmental, and animal factors which reduce ruminal buffering capacity or increase ruminal SCFA accumulation. As reviewed by Stone (2004), buffering capacity can be increased by increasing dietary forage content and optimizing particle size to increase chewing and saliva flow, by addition of external buffers or alkalinizing agents to the ration, and by increasing the dietary cation anion difference of the ration. Risks of SARA can be reduced by following feeding recommendations including maintaining adequate particle size and physically effective fiber and avoiding excesses of fermentable carbohydrates (Stone, 2004). Buffering capacity can be reduced in response to heat stress or as a result of decreased chewing, for example due to feed sorting. Increasing dietary buffering during heat stress, practicing heat stress abatement, and preventing feed sorting can help to reduce the incidence of SARA. The rate of SCFA production and the risk for SARA can be increased in response to increased dietary proportion of grain, increased fermentability of grains or forages, increased feed intake, and management factors that lead to larger and less frequent meals. Fecal consistency should be regularly monitored, particularly following ration changes, for signs of SARA in the herd. Individual differences in SARA susceptibility may be related to feed intake variation, variation in saliva buffering, variation in SCFA uptake, and differences in endotoxin tolerance (Khafipour *et al.*, 2009b).

Dietary supplements offer the potential to improve response to reduce the negative impacts of SARA, either by mitigating events in the digestive tract or by reducing subsequent inflammatory events. Inclusion of live yeast or yeast product can help to stabilize the rumen microbiome to alleviate the negative effects of SARA (AlZahal *et al.*, 2014). Other direct fed microbials including *Enterococcus faecium* or *Lactococcus lactis* may help to stabilize the rumen environment (Chiquette *et al.*, 2015). In-

clusion of feed supplements such as linseed oil or fish oil that contain high levels of omega-3 fatty acids may help to reduce the inflammatory response and tissue damage that can result from feeding high carbohydrate diets (Mani *et al.*, 2012). Other dietary supplements such as biotin and zinc have the potential to strengthen epithelium to prevent tissue injury from SARA (Goff, 2006). A recent study also indicated that thiamine supplementation during a SARA challenge increased rumen pH, decreased rumen LPS, and reduced expression of inflammatory proteins in the rumen epithelium (Pan *et al.*, 2017). Finally, as we continue to increase our understanding of pathologic bacteria that contribute to SARA-induced tissue damage, there may be potential to develop management strategies to reduce the competitive ability of those organisms. For example, Gill *et al.* (2000) found that vaccination against *Streptococcus bovis* reduced the severity of response to an acute acidosis challenge in sheep, and future development of vaccines against pathologic bacteria associated with SARA might be beneficial.

6. CONCLUSIONS

Sub-acute ruminal acidosis impairs cow performance and health. Rumenitis is the initial insult of SARA and results in inflammatory and immune activation which reduces energy available to support production, allows for transfer of bacterial products across the gut epithelium, and can damage tissues including the liver and hoof. Sub-acute ruminal acidosis will likely continue to be a problem for the dairy industry as high energy diets are required to support high levels of milk production. Careful attention to nutritional management and development of new SARA mitigation strategies may help to reduce its impact in the future.

7. REFERENCES

- Abaker, J. A., T. L. Xu, D. Jin, G. J. Chang, K. Zhang, and X. Z. Shen. 2017. Lipopolysaccharide derived from the digestive tract provokes oxidative stress in the liver of dairy cows fed a high-grain diet. J. Dairy Sci. 100:666-678.
- AlZahal, O., L. Dionissopoulos, A. H. Laarman, N. Walker, and B. W. McBride. 2014. Active dry *Saccharomyces cerevisiae* can alleviate the effect of subacute ruminal acidosis in lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 97:7751-7763.
- Ametaj, B. N., Q. Zebeli, F. Saleem, N. Psychogios, M. J. Lewis, S. M. Dunn, J. G. Xia, and D. S. Wishart. 2010. Metabolomics reveals unhealthy alterations in rumen metabolism with increased proportion of cereal grain in the diet of dairy cows. Metabolomics 6:583-594.
- Bissell, H. A. 2002. Post-ruminal starch infusion in dairy cattle: implications for inflammatory response and animal health. M.S. Thesis University of Florida.
- Bobe, G., J. W. Young, and D. C. Beitz. 2004. Invited review: pathology, etiology, prevention, and treatment of fatty liver in dairy cows. J. Dairy Sci. 87:3105-3124.
- Brestoff, J. R. and D. Artis. 2013. Commensal bacteria at the interface of host metabolism and the immune system. Nature Immunol. 14:676-684.
- Caesar, R., C. S. Reigstad, H. K. Backhed, C. Reinhardt, M. Ketonen, G. O. Lunden, P. D. Cani, and F. Backhed. 2012. Gut-derived lipopolysaccharide augments adipose macrophage accumulation but is not essential for impaired glucose or insulin tolerance in mice. Gut 61:1701-1707.
- Chang, G. J., K. Zhang, T. L. Xu, D. Jin, J. F. Guo, S. Zhuang, and X. Z. Shen. 2015. Epigenetic mechanisms contribute to the expression of immune related genes in the livers of dairy cows fed a high concentrate diet. Plos One 10. ARTN e0123942 DOI:10.1371/journal.pone.0123942.
- Chiquette, J., J. Lagrost, C. L. Girard, G. Talbot, S. Li, J. C. Plaizier, and I. K. Hindrichsen. 2015. Efficacy of the direct-fed microbial *Enterococcus faecium* alone or in combination with *Saccharomyces cerevisiae* or *Lactococcus lactis* during induced subacute ruminal acidosis. J. Dairy Sci. 98:190-203.
- Dijkstra, J., J. L. Ellis, E. Kebreab, A. B. Strathe, S. Lopez, J. France, and A. Bannink. 2012. Ruminal pH regulation and nutritional consequences of low pH. Anim. Feed Sci. Tech. 172:22-33.
- Dilda, F., L. F. Pisani, M. M. Rahman, S. Modina, I. Tessaro, P. Sartorelli, F. Ceciliani, and C. Lecchi. 2012. Distribution of acute phase proteins in the bovine forestomachs and abomasum. Vet. J. 192:101-105.
- Eckel, E. F. and B. N. Ametaj. 2016. Invited review: Role of bacterial endotoxins in the etiopathogenesis of periparturient diseases of transition dairy cows. J. Dairy Sci. 99:5967-5990.
- Emmanuel, D. G., K. L. Madsen, T. A. Churchill, S. M. Dunn, and B. N. Ametaj. 2007. Acidosis and lipopolysaccharide from *Escherichia coli* B:055 cause hyperpermeability of rumen and colon tissues. J. Dairy Sci. 90:5552-5557.
- Gill, H. S., Q. Shu, and R. A. Leng. 2000. Immunization with *Streptococcus bovis* protects against lactic acidosis in sheep. Vaccine 18:2541-2548.
- Goff, J. P. 2006. Major advances in our understanding of nutritional influences on bovine health. J. Dairy Sci. 89:1292-1301.
- Goto, Y. and H. Kiyono. 2012. Epithelial barrier: an interface for the cross-communication between gut flora and immune system. Immunol Rev 245:147-163.
- Graham, C. and N. L. Simmons. 2005. Functional organization of the bovine rumen epithelium. Am J Physiol-Reg I 288:R173-R181.
- Hall, M. B. 2002. Rumen acidosis: carbohydrate feeding considerations. Pages 51-61 in In: Proc. 12th Int. Symp. on Lameness in Ruminants. Orlando, FL.
- Haubro Andersen, P., M. Hesselholt, and N. Jarlov. 1994. Endotoxin and arachidonic-acid metabolites in portal, hepatic and arterial blood of cattle with acute ruminal acidosis. Acta Vet Scand 35:223-234.
- Kamada, N., S. U. Seo, G. Y. Chen, and G. Nunez. 2013. Role of the gut microbiota in immunity and inflammatory disease. Nat. Rev. Immunol. 13:321-335.
- Katz, L. M. and S. R. Bailey. 2012. A review of recent advances and current hypotheses on the pathogenesis of acute laminitis. Equine Vet. J. 44:752-761.
- Khafipour, E., D. O. Krause, and J. C. Plaizier. 2009a. A grain-based subacute ruminal acidosis challenge causes translocation of lipopolysaccharide and triggers inflammation. J. Dairy Sci. 92:1060-1070.
- Khafipour, E., S. Li, J. C. Plaizier, and D. O. Krause. 2009b. Rumen microbiome composition determined using two nutritional models of subacute ruminal acidosis. Appl. Environ. Microbiol. 75:7115-7124.
- Khafipour, E., S. Li, H. M. Tun, H. Derakhshani, S. Moossavi, and J. C. Plaizier. 2016. Effects of grain feeding on microbiota in the digestive tract of cattle. Anim. Frontiers 6:13-19.
- Khafipour, E., J. C. Plaizier, P. C. Aikman, and D. O. Krause. 2011. Population structure of rumen *Escherichia coli* associated with subacute ruminal acidosis (SARA) in dairy cattle. J. Dairy Sci. 94:351-360.

- Kleen, J. L., G. A. Hooijer, J. Rehage, and J. P. T. M. Noordhuizen. 2003. Subacute ruminal acidosis (SARA): a review. J Vet Med A 50:406-414.
- Koboziev, I., C. R. Webb, K. L. Furr, and M. B. Grisham. 2014. Role of the enteric microbiota in intestinal homeostasis and inflammation. Free Radical Bio. Med. 68:122-133.
- Krause, K. M. and G. R. Oetzel. 2006. Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: A review. Anim Feed Sci Tech 126:215-236.
- Kurashima, Y., Y. Goto, and H. Kiyono. 2013. Mucosal innate immune cells regulate both gut homeostasis and intestinal inflammation. Eur. J. Immunol. 43:3108-3115.
- Li, S., E. Khafipour, D. O. Krause, A. Kroeker, J. C. Rodriguez-Lecompte, G. N. Gozho, and J. C. Plaizier. 2012. Effects of subacute ruminal acidosis challenges on fermentation and endotoxins in the rumen and hindgut of dairy cows. J. Dairy Sci. 95:294-303.
- Littman, D. R. and E. G. Pamer. 2011. Role of the commensal microbiota in normal and pathogenic host immune responses. Cell Host Microbe 10:311-323.
- Liu, J. H., T. T. Xu, W. Y. Zhu, and S. Y. Mao. 2014. A high-grain diet alters the omasal epithelial structure and expression of tight junction proteins in a goat model. Vet. J. 201:95-100.
- Ma, L., M. Zhao, L. S. Zhao, J. C. Xu, J. J. Loor, and D. P. Bu. 2017. Effects of dietary neutral detergent fiber and starch ratio on rumen epithelial cell morphological structure and gene expression in dairy cows. J. Dairy Sci. 100:3705-3712.
- Mainardi, S. R., B. A. Hengst, S. J. Nebzydoski, L. M. Nemec, and T. F. Gressley. 2011. Effects of abomasal oligofructose on blood and feces of Holstein steers. J. Anim. Sci. 89:2510-2517.
- Mani, V., T. E. Weber, L. H. Baumgard, and N. K. Gabler. 2012. GROWTH AND DEVELOPMENT SYMPOSIUM: Endotoxin, inflammation, and intestinal function in livestock. J. Anim. Sci. 90:1452-1465.
- Mao, S. Y., R. Y. Zhang, D. S. Wang, and W. Y. Zhu. 2013. Impact of subacute ruminal acidosis (SARA) adaptation on rumen microbiota in dairy cattle using pyrosequencing. Anaerobe 24:12-19.
- Meissner, S., F. Hagen, C. Deiner, D. Gunzel, G. Greco, Z. M. Shen, and J. R. Aschenbach. 2017. Key role of short-chain fatty acids in epithelial barrier failure during ruminal acidosis. J. Dairy Sci. 100:6662-6675.
- Nagaraja, T. G., E. E. Bartley, L. R. Fina, and H. D. Anthony. 1978. Relationship of rumen gram-negative bacteria and free endotoxin to lactic-acidosis in cattle. J. Anim. Sci. 47:1329-1337.
- Nagaraja, T. G. and M. M. Chengappa. 1998. Liver abscesses in feedlot cattle: A review. J. Anim. Sci. 76:287-298.
- Nocek, J. E. 1997. Bovine acidosis: Implications on laminitis. J. Dairy Sci. 80:1005-1028.
- Oetzel, G. R. 2003. Subacute ruminal acidosis in dairy cattle. Adv. Dairy Technol. 15:307-317.
- Oetzel, G. R. 2007. Subacute ruminal acidosis in dairy herds: Physiology, pathophysiology, milk fat responses, and nutritional management. Pages 89-119 in Proc. AABP 40th Annual Conference, Vancouver, BC, Canada.
- Pan, X. H., L. Yang, Y. Beckers, F. G. Xue, Z. W. Tang, L. S. Jiang, and B. H. Xiong. 2017. Thiamine supplementation facilitates thiamine transporter expression in the rumen epithelium and attenuates high-grain-induced inflammation in low-yielding dairy cows. J. Dairy Sci. 100:5329-5342.
- Penner, G. B., M. A. Steele, J. R. Aschenbach, and B. W. McBride. 2011. RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM: Molecular adaptation of ruminal epithelia to highly fermentable diets. J. Anim. Sci. 89:1108-1119.
- Petri, R. M., T. Schwaiger, G. B. Penner, K. A. Beauchemin, R. J. Forster, J. J. McKinnon, and T. A. McAllister. 2013. Characterization of the core rumen microbiome in cattle during transition from forage to concentrate as well as during and after an acidotic challenge. Plos One 8. ARTN e83424 DOI: 10.1371/journal.pone.0083424.
- Plaizier, J. C., D. O. Krause, G. N. Gozho, and B. W. McBride. 2008. Subacute ruminal acidosis in dairy cows: the physiological causes, incidence and consequences. Vet. J. 176:21-31.
- Radostits, O. M., C. C. Gay, K. W. Hinchcliff, and P. D. Constable. 2007. Veterinary Medicine: A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats. 10 ed. Elsevier, Philadelphia, PA.
- Saleem, F., B. N. Ametaj, S. Bouatra, R. Mandal, Q. Zebeli, S. M. Dunn, and D. S. Wishart. 2012. A metabolomics approach to uncover the effects of grain diets on rumen health in dairy cows. J. Dairy Sci. 95:6606-6623.
- Schweigel, M., M. Freyer, S. Leclercq, B. Etschmann, U. Lodemann, A. Bottcher, and H. Martens. 2005. Luminal hyperosmolarity decreases Na transport and impairs barrier function of sheep rumen epithelium. J. Comp. Physiol. B 175:575-591.
- Shearer, J. K. 2011. Rumen acidosis, metalloproteinases, peripartum hormones and lameness. Pages 207-215 in Proceedings of the 47th Eastern Nutrition Conference. Montreal, Quebec, Canada.
- Steele, M. A., J. Croom, M. Kahler, O. AlZahal, S. E. Hook, K. Plaizier, and B. W. McBride. 2011. Bovine rumen epithelium undergoes rapid structural adaptations during grain-induced subacute ruminal acidosis. Am J Physiol-Reg I 300:R1515-R1523.
- Stone, W. C. 2004. Nutritional apporaches to minimize subacute ruminal acidosis and laminitis in dairy cattle. J. Dairy Sci. 87(E. Suppl.):E13-E26.
- Tadepalli, S., S. K. Narayanan, G. C. Stewart, M. M. Chengappa, and T. G. Nagaraja. 2009. Fusobacterium necrophorum: A ruminal bacterium that invades liver to cause abscesses in cattle. Anaerobe 15:36-43.
- Tajima, K., R. I. Aminov, T. Nagamine, H. Matsui, M. Nakamura, and Y. Benno. 2001. Diet-dependent shifts in the bacterial population of the rumen revealed with real-time PCR. Appl. Environ. Microb. 67:2766-2774.
- Takahashi, K. and B. A. Young. 1981. Effects of grain overfeeding and histamine injection on physiological-responses related to acute bovine laminitis. Jap. J. Vet. Sci. 43:375-&.
- Taniguchi, M., G. B. Penner, K. A. Beauchemin, M. Oba, and L. L. Guan. 2010. Comparative analysis of gene expression profiles in ruminal tissue from Holstein dairy cows fed high or low concentrate diets. Comp. Biochem. Phys. D 5:274-279.

- Tao, S. Y., Y. Q. Duanmu, H. B. Dong, Y. D. Ni, J. Chen, X. Z. Shen, and R. Q. Zhao. 2014a. High concentrate diet induced mucosal injuries by enhancing epithelial apoptosis and inflammatory response in the hindgut of goats. Plos One 9. ARTN e111596 DOI: 10.1371/journal.pone.0111596.
- Tao, S. Y., Y. Q. Duanmu, H. B. Dong, J. Tian, Y. D. Ni, and R. Q. Zhao. 2014b. A high-concentrate diet induced colonic epithelial barrier disruption is associated with the activating of cell apoptosis in lactating goats. BMC Vet. Res. 10. Artn 235 DOI: 10.1186/S12917-014-0235-2.
- Vieira, A. T., M. M. Teixeira, and F. S. Martins. 2013. The role of probiotics and prebiotics in inducing gut immunity. Front. Immunol. 4:445. DOI: 10.3389/fimmu.2013.00445.
- Wetzels, S. U., E. Mann, P. Pourazad, M. Qumar, B. Pinior, B. U. Metzler-Zebeli, M. Wagner, S. Schmitz-Esser, and Q. Zebeli. 2017. Epimural bacterial community structure in the rumen of Holstein cows with different responses to a long-term subacute ruminal acidosis diet challenge. J. Dairy Sci. 100:1829-1844.
- Zebeli, Q. and B. N. Ametaj. 2009. Relationships between rumen lipopolysaccharide and mediators of inflammatory response with milk fat production and efficiency in dairy cows. J. Dairy Sci. 92:3800-3809.
- Zebeli, Q. and B. U. Metzler-Zebeli. 2012. Interplay between rumen digestive disorders and diet-induced inflammation in dairy cattle. Res Vet Sci 93:1099-1108.
- Zhang, S., R. I. Albornoz, J. R. Aschenbach, D. R. Barreda, and G. B. Penner. 2013. Short-term feed restriction impairs the absorptive function of the reticulo-rumen and total tract barrier function in beef cattle. J. Anim. Sci. 91:1685-1695.



XXIV

CONGRESO
INTERNACIONAL
ANEMBE DE
MEDICINA BOVINA

SEVILLA

22, 23 y 24 de mayo de 2019

Acción, conocimiento y pasión

LIBRO DE PONENCIAS, COMUNICACIONES ORALES Y PÓSTER

COMUNICACIONES ORALES

ANEMBE
ASOCIACIÓN NACIONAL DE ESPECIALISTAS EN MEDICINA BOVINA DE ESPAÑA

CALIDAD DE LECHE

EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS DE SECADO SELECTIVO EN VACAS MEDIANTE CULTIVOS BACTERIOLÓGICOS DE LECHE VERSUS TRATAMIENTO DE SECADO CONVENCIONAL

Maynou G, Tapiolas M, Heras J, Terré M

Selective dry cow therapy based on bacteriological milk culture has been proposed to reduce antibiotic use at dry-off without affecting udder health in the following lactation. The objective of this study was to compare three different dry-off strategies. To run this study, 261 low-somatic cell counts (<200,000 cells/ml) Holstein dairy cows without previously clinical mastitis and antibiotic treatments during the 3 months prior to dry-off were randomly assigned to one of three dry-off therapies: 1) Blanket dry cow therapy (BD): all quarters infused with an intramammary antibiotic (IMA) and an internal teat sealant (ITS) at dry-off; 2) Total selective dry cow therapy (TS): if an intramammary infection (IMI) at least in one quarter of the cow was observed in bacteriological milk cultures the day before dry- off, all quarters within the cow were infused with an IMA and ITS, but if the bacteriological milk culture was negative in all quarters, they were only treated with ITS; and 3) Individual selective dry cow therapy (IS): only quarters with positive bacteriological milk cultures were treated with IMA and ITS, the negative ones only with ITS. Individual quarter milk samples from all cows were collected 3 d before dry-off and within 6 h after calving for bacteriological milk cultures on McConkey agar and Columbia CNA agar with 5% sheep blood biplates. A quarter was considered infected if 15 or more identical colonies of either gram-positive or gram-negative bacteria were grown. Composite milk samples from the 4 quarters of all cows were also collected 20 ± 10 d and 2 d before dry-off and at 10 ± 3 d post-calving to determine milk somatic cell counts (SCCs). Productive data and incidence of clinical mastitis in the following lactation (first 100 DIM) was recorded. Productive data in the following lactation and SCCs were analyzed using mixed-effects models with repeated measures. To evaluate the effect of dry-off therapy on the quarter incidence of new IMI at calving, 4 categories were created (00 neither IMI at dry-off nor post calving; 01 new IMI after calving; 10 IMI cure during dry-off; 11 IMI at dry-off and after calving) and analyzed their frequency within dry-off therapies using a Chi-square test. Binary logistic regression was used to assess the effect of dry-off therapy on the incidence of antibiotic use at dry-off and clinical mastitis during the following 100 DIM. All quarters were treated with antibiotics in BD treatment, meanwhile 39.0 ± 0.20% and 25.0 ± 0.20% of the quarters in TS and IS, respectively, had to be treated with antibiotics at dry off. No differences in SCCs were observed among dry-off therapies at 20 and 2 d before dry-off, but TS cows had greater ($P < 0.05$) SCCs (343.9 ± 112.35 cel/ml) 10 d post-calving than IS (112.1 ± 122.79 cel/ml). Cows in TS treatment had more ($P < 0.05$) and less ($P < 0.05$) percentage of quarters in 00 (78.0%) and 10 (9.4%) categories over dry period than cows in BD (69.0 and 17.0 %, respectively) and IS (68.0 and 15.6%, respectively). No differences were observed in 01 category among dry-off therapies, and few quarters maintained an IMI before and after the dry-off period (category 11 < 7% of the total quarters). Neither productive data nor the incidence of clinical mastitis (3.6 ± 1.13%) during the first 100 DIM were influenced by the dry-off therapies compared in this study. Overall, the results of this study indicate that selective dry-off cow therapies based on bacteriological milk cultures and applied in apparently heathy cows with low-SCCs results in a reduction of antibiotic use at dry-off without increasing the incidence of new IMI over the dry-off period, and the incidence of clinical mastitis and milk production during the first 100 DIM in the following lactation.

UDDER CELLULAR RESPONSE IN TRANSITION DAIRY COWS: A DESCRIPTIVE STUDY

Cainzos J, Barreal ML, Fouz Dopacio R*

The aim of this study was to investigate the relationship between days in milk, udder infection and neutrophil presence in mastitic milk. Mastitis is one of the most prevalent and costly diseases in the dairy cattle industry worldwide, and adversely affects dairy cow welfare as well. The incidence and outcome of mastitis vary according to the stage of lactation, with the highest incidence and severity of clinical symptoms evident in the earliest postpartum days (Huszenicza et al. 2004.). Thus, previous reports described that from 2 weeks prior to calving, until about 2–3 weeks after calving, is the most critical period for the health of the mammary gland (Oliver and Sordillo 1988). Polymorphonuclear neutrophils (PMN) are the most important cellular elements of the antimicrobial self-defense mechanism and several reports indicate that, during this period, the cow's innate immune system is compromised. Functional studies at the cellular level have also indicated PMN dysfunction during this period, with a lower PMN superoxide production, phagocytosis, expression of cell surface adhesion molecules, and capacity for migration reported (Crookenden et al., 2016). 19.374 samples from 1361 farms located in Lugo province (Northwest of Spain) were collected during the routinary Dairy Herd Improvement program between December 2017 and December 2018. All lactating animals were included and bronopol-preserved samples from Laboratorio Interpofesional do Leite de Galicia (LIGAL; A Coruña – Spain) were received. Somatic cell count (SCC) and a combined proportion of PMN and lymphocytes expressed as a percentage of SCC (L+N%) were determined individually (FOSSOMATIC 7 DC, Foss Analytical A/S, Hillerød, Denmark). Due to the lengthy transportation in some cases, the age of these samples was between 1 and 2 d on arrival.

Samples were processed within 1 d upon arrival. From the total samples, those from animals in first 30 days in milk were selected (days in milk (DIM) < 31 days, n=16.572) and grouped accordingly its DIM (FstG= first group, DIM <10, n=1183; SndG= second group, DIM ? 10 and <15, n=834; TrdG= third group, DIM ? 15 and <20, n=679, FthG= fourth group, DIM ? 20 and <25, n=643, and Fith= fifth group, DIM <31, n=667). With this population, the following analysis were performed using JMP 13.1.0 (SAS Institute Inc.):

1) Relationship between udder infection (cows with SCC ? 200,000 cells/mL; Bramley et al., 2003; IDF, 2013) and DIM at first test. The contingency tables and ?2 analysis indicated that mastitis prevalence vary among DIM (FstG= 30,19%; SndG=24,08%, TrdG=21,09%, FthG=22,52 and FithG=21,41%, p<0,0001). Comparing with FstG, a lower mastitis prevalence was found at SndG (p<0,0001, OR = 0,73 (95% CI= 0.66-0.81)), and compared with SndG, a lower infective prevalence was found at TrdG (p=0,0012, OR = 0,84 (95% CI = 0.75-0.94)). No statistical differences were found among groups TrdG, FthG and FithG.
2) Evaluation of the SCC variation in those infected cows (SCC>200,000 cells/mL) during the postpartum period. SCC vales were normalized to linear SCC (LSCC) using the linear SCC formula: LSCC = [Ln(SCC/100)/Ln(2)] + 3 (Ali and Shook, 1980). Post-hoc HSD Tukey's analysis indicat-

ed higher LSCC score in those animals in groups with lower DIM (FstG^{a}=5,67; SndG^{b}=5,41; TrdG^{c}=4,49, FthG^{c}=4.93 and FithG^{c}=4,90, values linked by different letters are statistically different, p<0,0001)

3) Association between DIM at test and L+N% in milk of infected cows. Wilcoxon/Kruskal- Wallis Test shown a difference L+N% among DIM groups in cows with SCC>200,000 cells/mL (p<0,0001). Nonparametric comparison for each pair using Wilcoxon method reported a higher percentage of L+N% in more advanced postpartum weeks. L+N% media for each DIM group was (FstG=66,74%c, SndG=74,36%b, TrdG=78,18%a, FthG=78,19%a, FithG=79,00%a, values linked by different letters are statistically different, p<0,0001)."

Increased mastitis susceptibility during early postpartum period has been previously reported (Burvenich et al., 2007) and, similarly to our results, previous data indicated that the mastitis prevalence is higher around the calving period and decreases as lactation progresses (McDougall S. et al., 2007). Damm et al. (2017) reported that the lymphocytes proportion remains constantly low across the entire SCC range and the gross variation of SCC is due to PMN recruitment. Limited neutrophil recruitment occurs in healthy glands and increases dramatically when infective udder challenge happens. Large numbers of milk neutrophils are critical for fighting active infection (Burton and Erskine, 2007) and PMN migration capacity was linked with the infective risk (Paape et al., 2002). However, our results indicate that, despite all the cows included in the analysis are considered infected (IDF, 2013), their LSCC changes over DIM and the L+N% milk proportion was lower during the period where the infection prevalence was higher.

All data used in these analyses were observational. So, only associations should be drawn from this study and further analysis are necessary for causality determinations.

McDougall S. et al., 2007. New Zealand Veterinary Journal 55:161-170. Burvenich C et al. 2007. J. Dairy Sci. 90(E. Suppl.):E39–E54 IDF (International Dairy Federation). 2013. Guidelines for theuse and interpretation of bovine milk somatic cell count. Bull. IDF 466/2013 Damm M et al. 2017. J. Dairy Sci. 100:4926–4940 Paape et al. 2003. Vet. Res. 34 (2003) 597–627 597 Burton JL and Erskine RJ. 2003. Vet Clin Food Anim 19 (2003) 1–45 Huszenicza G et al. 2004. Animal Reproduction Science 82–83 (2004) 389–400 Oliver SP and Sordillo LM. 1988. J Dairy Sci 71:2584-2606. Crookenden et al., 2016. J. Dairy Sci. 99:6470–6483 Bramley AJ et al.

PATRONES DE RESISTENCIA A ANTIBIÓTICOS (DE USO EN SANIDAD ANIMAL O EN SALUD PÚBLICA) EN CEPAS AISLADAS EN GRANJAS DE VACUNO LECHERO

Espada Aguirre M, Ortega Rodríguez C, Oros J, Ferrer LM, Lacasta D, Figueras L

RESUMEN

El trabajo analiza los patrones de resistencia y sensibilidad a antibióticos de uso en sanidad animal y de referencia en medicina humana, en cepas de *Staphylococcus spp, Enterococcus spp* y *Streptococcus spp* aisladas en animales, personas y entorno de granjas de vacuno lechero de Aragón. A las cepas aisladas en los diferentes entornos y poblaciones (animal o humano) en cada explotación y una vez caracterizadas desde la perspectiva de la resistencia, se les ha realizado un análisis estadístico para correlacionarlas entre sí con el fin de identificar la transferencia del fenómeno de la resistencia a antibióticos entre microorganismos en una misma granja.

ABSTRACT

The study analized the antibitoic resistance patterns, animal health used antibiotics or in human health reference antibiotics, in *Staphylococcus spp*, *Enterococcus spp* and *Streptococcus spp* istrains solated from animals, humans and environment in dairy herds in Aragon. A statistical analysis was carried out using correlation tests between resistance patterns in the isolated strains coming from different enviroments and populations (animals or humans) in order to detec the transmission of resistance to antibiotics into the farm

PROYECTO

El estudio caracteriza los patrones de resistencia y sensibilidad a antibióticos en los microorganismos Gram positivos, aislados en leche de tanque (fase 1) y en leche individual, ambiente y personal encargado de los animales (fase 2) (Referencia poster 1). Una vez identificado genero y especie, se realizaban los tests de resistencia y sensibilidad a antibióticos, seleccionando estos últimos en función de su indicación y uso en sanidad animal y salud pública. Para *Staphylococcus spp*, se ha determinado la resistencia y sensibilidad frente a 20 antibióticos (pertenecientes a familias diferentes, algunos de ellos de referencia en medicina humana lo que implica su uso restringido). Para las cepas de *Streptococcus spp*, se han realizado las pruebas de resistencia y sensibilidad frente a 20 antibióticos (pertenecientes a 9 familias de antibióticos) y en el caso de *Enterococcocus spp*, se han caracterizado los patrones de resistencia y sensibilidad frente a 9 antibióticos pertenecientes a seis familias diferentes.

En la interpretación de los resultados se ha buscado identificar situaciones en las que pudiera haber transferencia del fenómeno de la resistencia entre microorganismos dentro de una misma explotación. Para ello se estudió estadísticamente la relación entre los patrones de resistencia a los antibióticos en diferentes microorganismos y diferentes puntos de aislamiento de las granjas.

RESULTADOS

Patrones de resistencia y sensibilidad a antibióticos de interés en sanidad animal y salud pública en las cepas de *Staphylococcus spp* aisladas.

(Grafico I) Los resultados obtenidos muestran que la resistencia a **?lactámicos** (**penicilinas**) es muy variable de unos antibióticos a otros, con el valor más alto, un 38% en penicilina y meticilina sin embargo presentan un 0% de resistencia en el caso de amoxicilina. En el caso de las **cefalosporinas** los niveles de resistencia oscilan del 9,52 al 28,57%. En la familia de **quinolonas,** el porcentaje de resistencia más alto se encuentra en la ciprofloxacina (42,85%), antibiótico no empleado en medicina veterinaria. Marbofloxacina (19,04% de cepas resistentes), es un antibiótico que se encuentra en todos los botiquines de las explotaciones. A pesar de todo ello, se puede considerar que el nivel de resistencia para quinolonas es medio-bajo.

En el gráfico II, se analiza la distribución de los patrones de resistencia por familias, con el fin de valorar el carácter multirresistente (Superbug). Observamos tres grupos con mayor resistencia, macrólidos (42,85%), glicopéptido (38,18%) y quinolona (31,75%). En todos los grupos excepto en los macrólidos, existe alta variabilidad dentro de cada familia.

Patrones de resistencia y sensibilidad a antibióticos de interés en sanidad animal y salud pública en las cepas de *Enterococcus spp* aisladas.

(Gráfico III) *Enterococcus spp*, es destacable el alto nivel de

resistencia, p.ej cefalosporinas, superiores al 90%. Alta proporción de cepas resistentes a la valnemulina, antibiótico de última generación que presenta un alto grado de resistencia (superior al 75%) a pesar de su restringido uso en veterinaria. La importancia de este antibiótico se centra en formar parte de la misma familia que la vancomicina, y que se trata de un antibiótico de referencia en medicina humana, lo que transforma este resultado en un dato de gran interés en salud pública. Paralelamente a ese resultado, se observa que, también la vancomicina presenta niveles de resistencia altos aunque algo inferiores a la valnevulina (en torno al 60%).

Analizando por familias observamos cuatro grupos con mayor resistencia (50%-93,84%), lincosamida, ?-lactámico, quinolona y nitrofurano (gráfico VI).

Patrones de resistencia y sensibilidad a antibióticos de interés en sanidad animal y salud pública en las cepas de *Streptococcus spp* aisladas.

(Gráfico V) Los patrones resistencia en el caso de *Streptococcus spp* son elevados para la mayor parte de los antibióticos testados, si bien hay que destacar que la resistencia a penicilinas es baja mientras que las resistencias frente a cefalosporinas son más elevadas, alcanzando valores del 81,48% en el caso de la cefoxitina. Desde la perspectiva de la salud pública, la vancomicina, antibiótico de referencia para *Streptococcus spp*, la proporción de cepas resistentes alcanza el 50%.

(Gráfico VI) Se observan valores superiores al 70% de resistencias en cinco grupos de antibióticos: aminoglucósido (81,48%), macrólido y fenicol (74,07%), quinolona (72,83%) y lincosamida (70,37%).

CONCLUSIONES

La prevalencia de resistencia a antibióticos en las cepas de *Staphylococcus spp* es, a día de hoy, baja para los antibióticos empleados en sanidad animal, pero se observa un nivel superior de resistencias para los antibióticos empleados en salud pública. No obstante, en el caso de la vancomicina, antibiótico de referencia en salud pública para estos microorganismos, consideramos que el nivel de prevalencia observado podría estar ligado a los criterios de interpretación de las pruebas utilizadas ya que en muchos casos los resultados de las pruebas se encontraban en el límite de los valores considerados punto de corte (posibles falsos positivos).

Las cepas de *Enterococcus* spp presentan una prevalencia de cepas con resistencia muy superior a lo observado en *Staphylococcus spp y en Streptococcus spp*.

Los resultados de la relación entre los patrones de resistencia en el caso de *Enterococcus spp* aislados en tanque de leche y los patrones del resto de Gram positivos aislados en la población animal y humana, así como del entorno, nos hacen descartar una hipótesis con la que trabajábamos: el uso de los patrones de resistencia de *Enterococcus spp* aislados en controles de tanque de leche como indicador de la situación general de resistencias en la granja.

La presencia de diferencias importantes entre los patrones de resistencia a antibióticos entre los aislados (cepas de una misma especie o diferentes especies e incluso géneros bacterianos) en animales (sanos o mamíticos) personas y entorno de una misma explotación, nos llevan a plantear que es muy baja, en la actualidad, la posibilidad de que se produzca la transferencia de microorganimos con resistencia o el paso de genes de resistencia entre las cepas bacterianas de un mismo entorno en las granjas, hecho que consideramos que está ligado a las mejoras llevadas a cabo en las estrategias de bioseguridad.

**Este trabajo ha sido desarrollado dentro de las actividades de los proyectos de investigación: Zoonosis (Grupo emergente / Gobierno de Aragón) y Proyecto GIIS023 Micosis y Nocardiosis (Instituto de Investigaciones Sanitarias de Aragón).

BENEFICIOS DE LA INMUNOTERAPIA EN LA MASTITIS CRÓNICA CAUSADA POR *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*

Moyano G, Jiménez LM, Balaña-Fouce R, Melcón Fernández E, Roger N, Gigante I, Fernández M, Suarez J

Introducción

En la actualidad, el control de la calidad de la leche producida en las explotaciones ganaderas, así como el estado óptimo de los animales que forman parte de la explotación, es muy importante para garantizar la calidad del producto y aumentar su valor en el mercado.

Una de las enfermedades infecciosas más comunes y extendidas en el ganado vacuno y de la que más afecta económicamente a la industria láctea, es la mastitis, producida en su mayoría por una infección bacteriana compleja (estafilococos, estreptococos, coliformes, etc...) de las glándulas mamarias, que puede presentarse de manera "subclínica" sin signos visibles de alteracio?n en la mama y/o en la leche, o en forma "clínica", en la cual normalmente es visible un enrojecimiento e hinchazón en la mama afectada, asi? como alteraciones físicoquímicas en la leche.

Una de las principales bacterias patógenas causante de mastitis subclínica es *Staphylococcus aureus.* Esta puede detectarse mediante el recuento de células somáticas (RCS) en leche. En este caso, el RCS suele estar elevado teniendo que confirmarse el diagnóstico mediante cultivos bacterianos en medio selectivo.

Los tratamientos tradicionales de la enfermedad se basan en soluciones antibióticas. Los antibióticos-lactámicos, que incluyen las penicilinas, son ampliamente administrados en el tratamiento de mastitis debido a su espectro de actividad, seguridad y eficacia clínica. Sin embargo, el extenso uso de estos agentes ha derivado en la aparición de organismos resistentes a los mismos.

El uso de inmunomoduladores en ganado vacuno de leche constituye un tratamiento innovador para favorecer la actividad del sistema inmunitario propio del animal y, por tanto, mejorar la salud animal, lo que favorece la protección de la ganadería y produce mayores rendimientos de la misma. Además, permite reducir y optimizar el uso de antibióticos.

Material y métodos.

Se ha realizado un estudio longitudinal prospectivo evaluando la eficacia de un tratamiento de inmunoterapia frente a la mastitis en vacuno de leche en una explotación con problemas endémicos de *S. aureus*.

Para el mismo se seleccionaron 40 animales con histórico de recuentos celulares en leche por encima de 200.000 células por mililitro. Estos animales fueron tratados con inmunoterapia siguiendo las indicaciones del producto y su evolución fue analizada durante 60 días. Se estudiaron las variaciones en los niveles de células somáticas, la frecuencia de aislamiento de *S. aureus* y otras bacterias y los niveles de citoquinas IL-12 e IL-10.

Resultados y conclusiones

La administración del tratamiento es asociada a una mejoría de la sintomatología clínica y subclínica, principalmente reflejada en la disminución de los recuentos de células somáticas duran-

te la aplicación del tratamiento en los animales. Es importante destacar que en aquellos animales con procesos agudos y elevado recuento de células se observa una recuperación del estado sanitario de la mama.

En cuanto a los niveles de citoquinas, podemos observar que al inicio del estudio, la IL-10 posee niveles superiores a la IL-12, algo que se invierte sobre la segunda semana, coincidiendo con la aplicación de la segunda dosis. También se puede observar un aumento considerable en los niveles de IL-12 a las dos semanas de la inyección de la segunda dosis, lo que indica un aumento en la respuesta inflamatoria Th1, produciéndose una bajada en la semana siguiente que coincide con pequeños aumentos en los niveles de IL-10.

Por todo ello, se puede concluir que la inmunoterapia presenta un efecto positivo en el tratamiento de las infecciones mamarias producidas por *S. aureus* ya que reduce los niveles de células somáticas y permite una recuperación del tejido mamario. Este efecto es explicado por la modulación causada de las respuestas inmunológicas de los animales tratados.

PROYECTO ZOETIS «SECADO SELECTIVO»: RESULTADOS PRELIMINARES

Herrera D, Noya C, Hernandorena JM, Fernández MJ, Moyano G, León L, Peralta E

En vacas lecheras, el uso más común de antibióticos es para tratar mastitis y en el secado (Dale & Sischo, 2019). El secado con antibióticos de todos los animales (secado en sábana) es una técnica de manejo común en Europa y EEUU. Para el NMC (National Mastitis Council) el secado en sábana ha sido una técnica crucial para el control de la mastitis. Sin embargo, la legislación europea (directriz 2015/C299/04) recomienda su restricción con el fin de reducir el uso de antibióticos ("evitar el tratamiento sistemático de las vacas en el secado, además de estudiar a aplicar medidas alternativas caso por caso"). En Holanda por ejemplo, el secado en sábana está prohibido desde el 2012 (Vanhoudt, 2018). Para implementar el uso del secado selectivo (empleo de antibiótico únicamente en los animales que lo requieran) es necesario establecer protocolos de trabajo. Algunos países de nuestro entorno ya han establecido protocolos (Biggs et al, 2016).

Este estudio analiza por primera vez en España el uso del secado selectivo monitorizado por especialistas en calidad de leche. Para ello se implementó su uso en 6 granjas en diferentes regiones (Galicia, Cataluña, Andalucía, Navarra, Castilla-León). Las granjas pudieron emplear los criterios de selección existentes o factibles en cada una de ellas (conductividad eléctrica, recuentos celulares, Test de California) creándose en cada granja y siguiendo estos criterios dos grupos ("grupo secado selectivo" y "grupo secado con antibióticos"). En todos los animales se empleó un sellador intramamario (OrbeSeal®, Zoetis). Como parámetro para determinar las diferencias entre los grupos se analizaron en cada grupo la tasa de mastitis clínica en el postparto.

En el estudio se analizaron hasta diciembre del 2018 los resultados de 624 vacas. Se aplicó el secado selectivo en 346 vacas (55%), 278 (45%) recibieron antibiótico y sellador intramamario. La mayoría de las vacas se seleccionaron usando el recuento celular ante parto (61%; 381 animales) seguido por el test de California (26%, 161) y una granja empleó la conductividad eléctrica (13%, 82). Cuatro granjas emplearon únicamente el recuento celular en todas las vacas, una granja empleó el recuento celular o el test de California.

Existen diferencias significativas entre las granjas en el porcentaje de vacas con secado selectivo (min 40%, max 85%; $p<0,05$, X^2). En total, la tasa de mastitis clínica postparto fue muy semejante entre los grupos "secado selectivo" (4,6%) y "secado con antibióticos" (4,7%) y su diferencia no es estadísticamente significativa ($p>0,05$, X^2). En ninguna de las granjas se observó una diferencia significativa entre los grupos de tratamiento ($p>0,05$, X^2). No existen diferencias entre los parámetros de selección y la aparición de mastitis clínica post parto.

Estos datos representan los primeros resultados publicados sobre el uso de secado selectivo en España y ofrecen al ganadero la posibilidad, mediante la selección, monitoreo y seguimiento por parte de un especialista en calidad, de reducir el uso de antibióticos en el secado sin afectar significativamente a la tasa de mastitis clínica post parto.

BIBLIOGRAFÍA

- Biggs et al (2016): Antibiotic dry cow therapy. Where next. Vet Rec 178: 93-94
- Dale AM, Sischo WM (2019). From cows to people and back again. NMC Annual Meeting Proceedings: 17-26
- Directiz 2015/C299/04: Comunicación de la Comision: Directrices para una utilización prudente de los antimicrobianos en medicina veterinaria, Diario Oficial de la Unión Europea, 11.09.2015: C299/22
- Vanhoudt A et al (2018). Effects of reduced intramammary antimicrobial use during the dry period on udder health in Dutch dairy herds. JDS 101 (4): 3248–3260

VARIOS

ESTUDIO DEL RESULTADO PRÁCTICO DE APLICAR BUENAS PRÁCTICAS EN EL DESMOCHADO DE LAS TERNERAS

Molina L, Cuevas I

El desmochado de las terneras es una práctica relativamente rutinaria en vacuno lechero en Europa (Cozzi y col., 2015); con el fin de facilitar el manejo y disminuir el riesgo de lesiones, para las personas y para otros animales. Los procedimientos más utilizados a nivel de granja son la cauterización o el uso de pasta caústica, sólo un 21,5-32,2% aplican de medicación para el control del dolor (Cozzi y col., 2015). Las recomendaciones europeas son realizar preferentemente el desmochado mediante cauterización, en terneras de 4-8 semanas de edad y aplicando un tratamiento combinado de anestesia local y analgesia sistémica (AINEs).

El desmochado produce dolor y distrés agudo, así como una reacción inflamatoria asociada al daño tisular. Se han reportado beneficios positivos del uso de analgesia y anestesia mediante indicadores fisiológicos, comportamentales e índices productivos (Stock y col., 2013)

Cuando se administra anestesia local y un antiinflamatorio no esteroideo (AINE) previo al descornado, se elimina la respuesta del dolor agudo, pero el efecto de la inflamación crónica y el dolor posterior ha sido escasamente estudiado (Stock y col., 2015). Dado que en la actualidad se comercializa un AINE pour-on (Finadyne Transdérmico) en dosis única, con larga acción antiinflamatoria (Kleinhenz y col., 2016; Thiry y col., 2017), consideramos de interés su uso para este estudio.

Los objetivos del estudio fueron:

1. Evaluar comportamiento postdescorne tras la utilización

de un AINE pour-on previo al

desmochado.

2. Evaluar la eficacia del uso de anestesia local y un AINE pour-on previo al

desmochado sobre parámetros bioquímicos.

Material y métodos

En un primer estudio preliminar para evaluar el efecto del flunixin meglumine como AINE en el patrón comportamental post-descorne, se administró Finadyne Transdérmico 2,7-3h antes del descornado en 29 animales, evaluando el comportamiento post-descorne a las 5h.

Observando la tendencia del comportamiento en las terneras en el primer estudio, se plantea un segundo estudio, donde se asignaron 24 terneras de forma aleatoria a uno de los siguientes grupos de estudio: (1) control negativo (sin anestesia ni AINE); (2) AINE pour on (Finadyne Transdérmico); (3) Anestesia local (Procaína 2%); (4) Anestesia+AINE (Procaína2% + Finadyne Transdérmico); (5) Sedación+anestesia+AINE (Xilacina2% + Procaína2% + Finadyne Transdérmico). Se tomaron muestras de sangre tres veces al día durante tres días para determinar: hidroxibutirato (nmol/l), glucosa (nmol/l), proteínas totales (g/l), albúmina (g/L) y globulina (g/L).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron unos patrones comportamentales postdescorne muy buenos en la mayoría de las terneras tratadas con Finadyne Transdérmico previo al descornado.

En el segundo estudio con un total de 24 terneras: 5 Grupo Control, 4 Grupo AINE pour on, 5 Grupo Anestesia local, 5 Grupo Anestesia+AINE y 5 Grupo Sedación+Anestesia+AINE, se observó ya en momento del propio desmochado, que en los animales con anestesia local y/o analgesia (AINE) resultaba mucho más fácil y cómodo la práctica, debido a que éstos apenas se movían.

En relación a los distintos parámetros bioquímicos analizados no se observaron diferencias biológicamente importantes entre las terneras de los distintos grupos. Era esperable en base a los estudios previos donde los parámetros comportamentales son considerados más sensibles que otros tipos de marcadores (Stock y col., 2013). En este estudio no medimos los biomarcadores específicos de estrés agudo e inflamación (cortisol, haptoglobina), por ser difíciles de analizar a nivel de campo, sino que usamos los parámetros bioquímicos que se evalúan normalmente en vacuno; ya que consideramos que éstos, en caso de resultar útiles, serían más fáciles de analizar en laboratorios diagnósticos o clínicos, y por tanto de utilizar a nivel práctico en campo.

En conclusión, aplicar anestesia local y/o AINE para el desmochado de las terneras demostró tener beneficios prácticos mejorando tanto el bienestar de las terneras como la comodidad y tranquilidad del propio ganadero.

BIBLIOGRAFÍA

- Cozzi G., Gottardo F, Brscic M, Contiero B, Irrgang N, Knierim U, Pentelescu O, Windig JJ, Mirabito L, Kling Eveillard F, Dockes AC, Veissier I, Velarde A, Fuentes C, Dalmau A, Winckler C (2015) State of the art of cattle dehorning in the EU Member States. A quantitative survey of the current practices. Livest. Sci., 179: 4-11
- Stock ML, Baldridge SL, Griffin D, Coetzee JF (2013) Bovine dehorning: assessing pain and providing analgesic management. Vet Clin North Am Food Anim Pract, 29(1): 103-133.
- Thiry J., Fournier R., Roy O. y Catala M. (2017) Evaluation of flunixin meglumine pour- on administration on prostaglandin E2 concentration in inflammatory exudate after induction of inflammation in cattle Research in Veterinary Science, 114: 294–296.
- Kleinhenz M.D., Van Engen N.K., Gorden P.J., KuKanich B., Rajewski S.M., Walsh P., Coetzee J.F. (2016) The pharmacokinetics of transdermal flunixin meglumine in Holstein calves. J Vet Pharmacol Ther, 39(6): 612-615.

GESTIÓN

VALORACIÓN DE LA PRECISIÓN DE LOS ACELERÓMETROS COMO HERRAMIENTAS DE DIAGNÓSTICO TEMPRANO DE ENFERMEDADES EN TERNEROS MAMONES

Belaid MA, Rodriguez-Prado D V, Rodriguez-Prado M, Chevaux E, Calsamiglia S

INTRODUCCIÓN

La identificación temprana de enfermedades podría ser una buena estrategia para limitar el uso de antibióticos. Tratar a los terneros enfermos en una fase temprana antes de la aparición de síntomas clínicos reduce su uso y mejora la efectividad del antibiótico (1). Muchos autores han observado que el comportamiento podría ser útil para predecir la morbilidad en terneros (2,3). Sin embargo, estos estudios se centraron principalmente en el diagnóstico de una enfermedad específica.

El objetivo de este estudio fue analizar si el patrón de comportamiento puede ser un buen predictor temprano de la aparición de enfermedades en terneros mamones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Machos Frisones (n=325; 30±9 días; 65±15 kg) fueron monitorizados mediante un acelerómetro (ENGS, Israel) durante los primeros sesenta días posteriores a su llegada a la granja. Los acelerómetros miden el número de visitas al comedero, el tiempo de acceso al comedero, el tiempo tumbado, los cambios de postura de pie a tumbado y el número de pasos. Se identificaron los terneros y se sometieron a un control sanitario diario. Los datos de los podómetros se obtuvieron a partir del software ECOherd del sistema, y la incidencia de patologías del registro sanitario diario. Para comparar el comportamiento de los terneros enfermos y sanos desde 10 días antes y después del diagnóstico de la enfermedad, se usó un diseño de emparejamiento (Matched-pair design). El análisis estadístico de los datos se realizó mediante un modelo de regresión logística. Todos los análisis estadísticos se realizaron mediante el uso del paquete estadístico SAS (v.9.4; SAS Institute Inc., Cary, NC).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los terneros utilizados, 33 (10%) se diagnosticaron enfermos, donde 17 de ellos (51%) presentaron síntomas asociados con enfermedades respiratorias y el resto tuvieron síntomas inespecíficos, y se trataron con antibióticos y anti-inflamatorios. En todos los casos los tratamientos se aplicaron durante tres días consecutivos post-diagnóstico. La mortalidad durante el experimento fue baja, ya que sólo dos terneros murieron durante las dos primeras semanas desde su llegada a la granja.

Comparación de los terneros sanos *vs* enfermos.

La diferencia de comportamiento entre los terneros enfermos y sanos comenzó a ser evidente 10 días antes del diagnóstico. Un ternero enfermo realizó un 20% menos de visitas al comedero (días -10, -9, -6, -5, -3, -2, -1 y 0; P <0,05; días -8, -7, y

-4; P<0.10) comparado con los terneros sanos. Asimismo, un ternero enfermo dedicó menos tiempo a comer (días -10, -9, -1 y 0; P<0.05). Estas diferencias en comportamiento desaparecieron después del tratamiento de la enfermedad, excepto los días 4 y 9, cuando los terneros enfermos hicieron menos visitas al comedero que los sanos. Durante los 20 días alrededor de la enfermedad, los terneros enfermos hicieron menos pasos que los terneros sanos (enfermos *vs* sanos: 1178±100,3 *vs*. 1437±59,2 pasos/d), siendo las diferencias observadas significativas (P<0,05) para todos los días excepto en el día -9 (P<0,10). Al mismo tiempo, los terneros enfermos hicieron menos cambios de postura de pie a tumbado que los sanos (enfermos *vs* sanos: 17.0±1.33 *vs*. 19.2±0.82 cambios/d), siendo las diferencias significativas (P<0,05) en los días -6, -2, -1, 0, 2, 3, 4, 5 y 6. No hubo diferencias entre sanos y enfermos en el tiempo que los animales permanecieron tumbados excepto en el día -10, cuando los terneros enfermos estuvieron más tiempo tumbados que los sanos (enfermos *vs* sanos: 1057±94 vs. 987±50 min/d, P<0,05).

Test de diagnóstico y modelos de predicción.

La mejor ecuación de predicción del test de diagnóstico fue para en el día -1. La ecuación tuvo una sensibilidad del 69%, una especificidad del 72% y una precisión del 72%. Usando el modelo de predicción en el día -1, el 55% de los diagnósticos fueron falsos positivos y el 12% falsos negativos. En la práctica, la predicción al día -1 tiene poca utilidad. Predecir con más días de antelación permitiría actuar antes y reducir el impacto negativo sobre la producción y el bienestar. Así, la segunda mejor ecuación de predicción fue para el día -10, con una sensibilidad del 68%, una especificad del 68%, y una precisión del 67%. Los falsos positivos y los falsos negativos en este caso fueron del 60% y 14%, respectivamente.

Los resultados obtenidos en este trabajo coinciden con estudios previos en la bibliografía (4,5), indicando que podemos predecir qué animales están en riesgo de padecer enfermedades y, por lo tanto, hacer un tratamiento preventivo dirigido con antelación. Sin embargo, la precisión del sistema puede ser limitada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Svensson, C. and M. B. Jensen. 2007. J.Dairy Sci. 90:994-997.
2. Quimby et al. 2001. Can. J. Sci. 81:315-320.
3. Schoening et al. 2005. Clin. Microbiol. Infect.11:579–82.
4. Marchesini et al. 2018. Livest. Sci. 214:225–230.
5. Knauer et al. 2017. J. Dairy Sci. 100:5642-5652.

EVALUACIÓN DE OPORTUNIDADES DE MEJORA TÉCNICO-ECONÓMICAS EN EXPLOTACIONES LECHERAS UTILIZANDO UN MODELO DE SIMULACIÓN

López-Suárez, M, Castillejos L, Marquès C, Astiz S, Calsamiglia S

INTRODUCCIÓN

En la situación actual del sector lácteo, las explotaciones lecheras se enfrentan a retos económicos que comprometen su sostenibilidad. Para mejorar el rendimiento productivo y reducir costes, ganaderos y técnicos deben tomar decisiones estratégicas que dependen de condicionantes locales como precios, costes laborales, clima, etc. y sus interacciones.

El objetivo de este estudio fue utilizar un modelo de simulación de granjas de vacuno lechero para evaluar las consecuencias técnicas y económicas de la implementación de diferentes estrategias de mejora.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se recolectaron datos técnicos y económicos de 32 granjas lecheras españolas que se clasificaron según la zona geográfica (Centro, Noreste, Noroeste y Sur) y por tamaño de explotación (<120, 120-320 y >320 vacas adultas). Se utilizó un modelo de simulación estocástico que permite simular cambios en las condiciones de la granja para valorar estrategias que optimicen su competitividad (www.granjadevacas.es; Calsamiglia et al, 2018). Se cargaron los datos específicos de cada explotación en el simulador (índices productivos, reproductivos y económicos, y condiciones ambientales y de manejo) y se realizó una simulación de control. Para evaluar la mejora de los resultados económicos iniciales se simularon las siguientes estrategias: 1) Mejora de la eficiencia de la mano de obra (EMO), estableciendo una ratio objetivo de 55 vacas/trabajador. En las granjas con una ratio inferior, se simuló una reducción de personal, aplicando el salario promedio de la granja; 2) Reducción del estrés por calor (REC) mediante sistemas de ventilación y aspersión. Se simuló en las granjas sin sistemas implantados, considerando una inversión de 75 €/vaca (amortizable en 10 años) y unos costes de 7 €/vaca por cada mes de funcionamiento, correspondientes al consumo de electricidad y agua del sistema. Se utilizaron los datos de temperatura y humedad de la estación meteorológica más cercana a cada explotación para estimar el grado de estrés calórico; 3) Aplicación de un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en la primera inseminación, a los 77 DEL. Se simuló en aquellas granjas sin aplicación previa, considerando una fertilidad del 50% en primíparas y del 40% en multíparas, y un coste de 13 €/tratamiento; 4) Reducción del periodo de secado (RPS) a 50 y 40 días en primíparas y multíparas, respectivamente. Considerando el aumento de los días en ordeño correspondiente, en la simulación se aplicó un incremento del 2% en los costes de ordeño. Todas las simulaciones se realizaron durante un periodo de cinco años y se calcularon los valores medios anuales del periodo. Los resultados presentados corresponden al incremento en el rendimiento económico de cada estrategia simulada respecto a la simulación de control.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mejora de los resultados económicos obtenida en la simulación de las cuatro estrategias fue de 141, 51, 40 y 12 €/vaca/año para la EMO, el RPS, la IATF y el REC, respectivamente (Tabla 1). Sin embargo, este orden de prioridades varió entre zonas. La mejora de la EMO en la zona Noreste, donde los salarios son más altos, fue mayor que en el Noroeste (169 'vs' 101 €/vaca/año), donde el salario promedio es menor. La REC resultó económicamente rentable en el Sur (75 €/vaca/año), a pesar de la inversión inicial, ya que el estrés calórico en el Sur es más severo que en las otras zonas. En este caso, la implementación de sistemas de ventilación y aspersión aumentó la ingestión, la producción y el contenido de grasa y proteína, y redujo los días abiertos y la tasa de eliminación, aumentando el margen neto. También se observaron variaciones en las prioridades según el tamaño de explotación. Las granjas de <120 vacas obtuvieron un mayor beneficio con la mejora de la EMO que las granjas de >320 (166 'vs' 61 €/vaca/año), dado que el número de vacas/trabajador es menor en explotaciones pequeñas de tipo familiar que en granjas grandes, donde las tareas se pueden organizar más eficientemente.

Estos resultados indican que la mejora en la eficiencia laboral representa una buena oportunidad de mejora en todas las granjas. No obstante, las prioridades varían según la zona

geográfica y el tamaño de explotación, debido a las diferentes circunstancias técnico- económicas y climáticas. Los modelos de simulación matemática son una herramienta útil para establecer prioridades en las estrategias de mejora, facilitando, así, la toma de decisiones.

***Tabla 1**. Incremento del margen neto (€/vaca/año) por estrategia, según la zona y el tamaño de explotación (nº de vacas).*

Ítem	EMO	REC	IATF	RPS
Total	141	12	40	51
Zona				
Centro	137	6	52	46
Noreste	169	0	44	57
Noroeste	101	2	25	52
Sur	151	75	37	49
Nº de vacas				
<120	166	13	29	52
120-320	124	10	39	46
>320	61	15	58	61

REFERENCIAS

Calsamiglia, S., Astiz, S., Baucells, J. & Castillejos, L. **A stochastic dynamic model of a dairy farm to evaluate the technical and economic performance under different scenarios**. J. Dairy Sci. 2018; 101: 7517-7530

ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DE LA ELIMINACIÓN DE LAS VACAS EN LAS EXPLOTACIONES LECHERAS

Armengol R Fraile L

OBJETIVO

Entender y analizar la eliminación de las vacas en las explotaciones debería ayudar a maximizar el bienestar animal y optimizar la eficiencia del sistema productivo. Este análisis también debería permitir un estudio comparativo entre granjas que usen el mismo modelo descriptivo de eliminación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo entre enero de 2006 y diciembre de 2016. Se incluyeron 5 explotaciones con un censo entre 140 y 600 vacas en ordeño con producciones estandarizadas entre 10300 y 12300 Kg de leche.

Los criterios de inclusión fueron: granjas de alta producción, mismo sistema productivo y reproductivo, misma raza (Frisona), mismo software informático, mismo sistema de codificación de la eliminación de las vacas y mismo equipo veterinario.

El destino de las vacas eliminadas se clasificó en: "matadero" o "muerta en la explotación". Las causas de eliminación fueron las siguientes: reproducción, glándula mamaria, producción, locomotor, metabólico/digestivo, respiratorio, distocia/obstetricia, accidente, enfermedades infecciosas y desconocido.

Se registraron datos clínicos, productivos y reproductivos por vaca, fecha de la muerte, destino (matadero o muerta en la explotación), causa de eliminación, edad a la eliminación (DL), numero de lactaciones a la eliminación (NL), producción vitalicia (LMY), días en leche vitalicios (tDIM), litros por día de vida productiva (LPL=LMY/tDIM) y litros por día de vida (LDL=LMY/DL).

El análisis estadístico se realizó con el software SAS V.9.1.3 (SAS institute Inc, Cary, NC, USA). El nivel de significancia estadística se estableció en 0.05. Las variables incluidas en el estudio estadístico se clasificaron en nominales (granja, destino y causa de eliminación), ordinales (NL, época del año) o continuas (DL, LMY, tDIM, LPL y LDL). Se utilizaron tablas de contingencia cuando se evaluó la asociación entre variables nominales y ordinales. Para estudiar la asociación entre las variables nominales u ordinales con las variables continuas no distribuidas normalmente, se utilizó la prueba de Wilcoxon (con la prueba U de Mann- Whitney para comparar cada par de valores). Para analizar la asociación entre variables continuas de distribución normal y variables nominales u ordinales, se utilizó una prueba ANOVA (con la prueba t de Student para comparar cada par de valores).

RESULTADOS

Un total de 4811 vacas eliminadas fueron incluidas en el estudio. Con un promedio de edad de 1939 ± 11 días, el NL fue 3 ± 0.1 lactaciones, la LMY fue de 31120 ± 303 litros, tDIM fue 984 ± 9 días, la LPL fue de 29.9 ± 0.2 litros y la LDL fue 14.4 ± 0.1 litros. La tasa de reposición de las granjas osciló entre 25 y 35%. Cuando se compararon estos parámetros productivos entre las 5 explotaciones estudiadas, se encontraron diferencias significativas en la mayoría de ellos. También hubo diferencias significativas si se comparaban estos parámetros entre vacas enviadas a matadero o muertas en la explotación y en las tasas de eliminación por NL.

El 80.6% de las vacas estudiadas fueron enviadas a matadero y un 19.4% murieron en la explotación. Estos mismos datos entre granjas mostraron diferencias significativas, fluctuando desde 12.5 hasta 25.4%.

La causa reproductiva fue la causa principal de eliminación (30.2%). El resto de causas de eliminación fueron: producción (23.4%), glándula mamaria (13.5%), accidentes (7.7%),

metabólico/digestivo (7.2%), enfermedades infecciosas (6.5%), locomotor (3.6%),

distocia/obstetricia (2.4%), respiratorio (0.7%) y desconocido (4.7%). Se observaron diferencias significativas entre granjas y también entre destino de eliminación. En todas las explotaciones estudiadas, el porcentaje de vacas que morían en la explotación era significativamente mayor en los meses más calurosos (abril-septiembre, 20.4%) *versus* los meses más fríos (octubre-marzo, 17.9-16.4%).

DISCUSIÓN

La definición de los criterios de eliminación, el diagnóstico de las enfermedades y la mortalidad e incluso el uso de distintos software de explotación, puede llevar a conclusiones sesgadas que pueden provocar errores graves en la toma de decisiones cuando se analiza la eliminación de vacas. En este estudio, donde los sistemas de producción, reproducción y manejo son muy similares, las causas de eliminación son las mismas, el diagnóstico de enfermedades y causas de muerte llevadas a cabo por los mismos veterinarios y el software de granja es el mismo, se han apreciado diferencias significativas importantes entre explotaciones siendo el factor "granja" un punto crítico en la eliminación de vacas lecheras.

CONCLUSIONES

Las causas de eliminación son significativamente diferentes entre granjas aparentemente muy similares.

Estas diferencias pueden ser usadas como parte de una estrategia de benchmarking pero las causas de eliminación, criterios de diagnóstico y software utilizados deben ser los mismos.

BIBLIOGRAFIA

- Armengol R, Fraile L. Descriptive study for culling and mortality in five high producing Spanish dairy cattle farms

(2006–2016). Acta vet Scan. 2018. 60:45. https://doi.org/10.1186/s13028-018-0399-z

MANEJO

ESTIMACIÓN DE LA INGESTIÓN DE MATERIA SECA EN RUMIANTES POR ESPECTROSCOPIA EN EL INFRARROJO CERCANO (NIRS): COMPARACIÓN DE LAS PREDICCIONES A PARTIR DE FORRAJES O HECES

Andueza D, Picard F, Guarnido P

INTRODUCCIÓN

Los actuales modelos de racionamiento nutricional en rumiantes calculan las necesidades animales diarias en base a una estimación de la materia seca ingerida y unas características intrínsecas del propio animal. Las características del animal darán lugar a unas cantidades mínimas recomendadas de nutrientes diarios que serán diferentes dependiendo del nivel y tipo productivo del mismo. Estas necesidades deberán adecuarse a un nivel de ingesta que se estima por cada animal y día. Para estimar los niveles de ingesta diarios por animal existen ecuaciones de regresión que utilizan diferentes factores (Mertens, 1987).Algunos de los ejemplos más utilizados son: % de peso corporal como variable a la que se le resta una cantidad de materia seca por unidad (50 kg) de ganancia de peso; Ingestión = (2,9-0,1(PV-100)/50)PV/100; (*Nutrient Requirements of Beef Cattle*, 2016) o ecuaciones de regresión que toman en cuenta tanto las características del propio alimento (Proteína bruta, FND, FAD...) como el valor de llenado que ésta provoca a nivel ruminal del animal (ULB...) (*INRA feeding system for ruminants*, 2018), Sin embargo, los resultados obtenidos a partir de estas ecuaciones pueden acarrear grandes residuos debido a la variabilidad entre animales. La espectroscopia en el infrarrojo cercano (NIRS en inglés) ha sido utilizada para estimar la materia seca ingerida (MSI) a partir de forrajes (Andueza et al., 2011) o de heces (Andueza et al., 2017) y podría sustituir la utilización de ecuaciones de regresión. Sin embargo, no se conoce si la precisión de resultados es diferente según la matriz utilizada.

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo fue comparar la precisión de los resultados de predicción NIRS de la MSI a partir de forrajes ofrecidos a los animales o de heces obtenidas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 830 muestras de forrajes y de heces obtenidas a partir de ensayos de digestibilidad en las instalaciones del INRA de Clermont-Ferrand/Theix que han sido utilizados para la construcción de las tablas INRA (INRA, 2018). Las muestras se secaron en estufa a 60 o a 80°C y se molieron a 0,8 mm.Para cada muestra se disponía de un valor de MSI (g MS/kg peso vivo (PV)^{0,75} de la materia seca obtenido sobre 6 animales.

Los espectros NIRS de las muestras se tomaron como valores de absorbancia (log1/Reflectancia) en un equipo FOSS-NIRSystems 6500 en un rango de lectura comprendido entre 400 y 2500 nm cada 2 nm. La base espectral se dividió en dos partes: la primera compuesta de 720 espectros elegidos al azar que se utilizó para el desarrollo del modelo y la segunda, compuesta de 110 espectros que fueron utilizados como colectivo de validación.Previamente a la construcción de los modelos, los espectros se sometieron al tratamiento matemático propuesto por Barnes et al., (1989) y al cálculo de la primera derivada.

Sobre los espectros transformados del conjunto de calibración se realizó un modelo de regresión Local PLS utilizando las condiciones descritas por Andueza et al., (2011) y Andueza et al (2017) para los forrajes y las heces respectivamente. Los modelos obtenidos se aplicaron sobre el conjunto de validación y los resultados obtenidos se evaluaron a partir del error estándar de predicción (SEP) y el coeficiente de determinación (R^2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los estadísticos de los modelos obtenidos tanto en el desarrollo de los mismos como en validación (Figura 1) muestran que la precisión de los mismos es similar (SEP de 6,67 y 6,83 para forrajes y heces respectivamente). Los valores de R^2 para los modelos desarrollados para la MSI son menores de 0,70 lo que puede condicionar la utilización de los mismos para la predicción de las MSI. Sin embargo, cuando se comparan estos valores a los errores de la medida (Andueza et al., 2011b), se observa que el error en la determinación de referencia de la MSI es muy alto (5,35 g/kg de Peso vivo metabólico (PVmet)) y es el que condiciona mayoritariamente los resultados de los modelos NIRS obtenidos. Esto quiere decir que aun existe un error asociado a la variabilidad interna de los animales que proporciona outliers en el modelo. Actualmente se sigue trabajando en este sentido para enriquecer las bases de datos y proporcionar datos más fiables a partir de bases de datos mayores.

CONCLUSIÓN

La precisión de los modelos NIRS para la predicción de las MSI a partir de heces o de forrajes es una herramienta a estudiar. Estos resultados sugieren la posible utilización del NIRS para la predicción de la ingestión individual de los animales o a partir de heces lo que sería muy interesante para la realización de un racionamiento individual de los animales con el objetivo de optimizar los resultados productivos obtenidos. A la vista de nuestros resultados seguimos trabajando en las matrices de ingestión con el objetivo futuro de disminuir los índices de error y predecir con mayor fiabilidad la materia seca ingerida por animal, estando seguros que en el futuro existirán ecuaciones generales pero la tendencia global serán las estimaciones individuales o grupales (Por lote). Este tipo de medidas nos permitirá no solo poder estimar la MSI o la digestibilidad de la MSI sino también la eficacia alimentaria de los animales para establecer programas de selección u formulaciones más precisas.

REFERENCIAS

- Andueza, D., Picard, F., Jestin, M., Andrieu, J., Baumont, R. 2011a. Animal, 5:7 1002-1013
- Andueza, D., Picard, F., Pradel, P., Egal, D., Hassoun, P., Peccatte, J.R., Baumont, R. 2011b. Livestock Science 140, 42-48.
- Andueza, D., Picard, F., Dozias, D., Aufrère, J. 2017. Applied.Spectroscopy, 71(9), 2164-2176.
- Barnes RJ, Dhanoa MS., Lister SJ 1989..Applied.Spectroscopy 43, 772–777. INRA feeding system for ruminants (2018)
- Mertens, D R 1987. Journal of Animal Science; 641548-1558 National Research Council; Beef cattle (2016)

SANIDAD

IDENTIFICACIÓN Y GENOTIPADO DE ROTAVIRUS A CIRCULANTE EN TERNEROS CON PROBLEMAS DIGESTIVOS EN ESPAÑA

Benito AA, Arnal JL, García B, Serrano JD, Barrios J, Ondarra M, Chacón G

INTRODUCCIÓN

El Rotavirus tipo A (RTVA) es uno de los agentes patógenos más comúnmente asociados a diarrea neonatal en terneros. Este virus RNA tiene una gran diversidad antigénica y genética debido a la acumulación de mutaciones y reordenamiento genético lo que ha llevado a buscar una mejor forma para clasificarlo. Un sistema de clasificación binario basado en dos proteínas de la cápside viral, la VP7 y VP4 y sus respectivos genes, ha sido utilizado para clasificar los rotavirus en los tipos G (glicoproteína) y P (proteasa sensitiva) respectivamente. Tanto la VP7 como la VP4 generan anticuerpos neutralizantes que son serotipo-específicos y están implicadas en la respuesta inmune del animal afectado; por estos motivos el genotipado de RTVA se considera una herramienta importante para el estudio epidemiológico y el desarrollo de vacunas más eficientes contra este agente. El presente estudio busca determinar de manera preliminar, los genotipos de RTVA presentes en los casos de diarrea neonatal bovina recibidos en nuestro laboratorio en los últimos dos años.

MATERIALES Y MÉTODOS

Un total de 270 casos clínicos de terneros con proceso diarreico fueron recibidos en nuestro laboratorio durante los años 2017 a 2018 y evaluados para RTVA y otros agentes causantes de diarrea como BCoV, BVDV, Cryptosporidium parvum y Clostridium perfringens mediante ensayos de PCR en tiempo real (EXOone). Los casos procedían de 12 C.C.A.A. diferentes e incluían muestras de heces (n=130) intestinos (n=93) e hisopados rectales (n=47), y fueron procesadas de forma individual o en pooles de hasta 5 muestras.

El genotipado del RTVA presente en las muestras positivas fue realizado mediante secuenciación de los genes VP7 (G) y VP4 (P) utilizando varios protocolos previamente descritos (Fujii et al 2012, Isegawa et al 1993, Gentsh et al 1992). Cada muestra fue evaluada con al menos dos parejas de cebadores para el gen VP7 y otras dos para el gen VP4. Las secuencias obtenidas fueron posteriormente analizadas mediante el uso de varios programas bioinformáticos (Chromas Lite 2.1, MAFFT, BLASTn), así como una herramienta online para la clasificación genotípica de Rotavirus A (RotaC$^{2.0}$).

RESULTADOS

RTVA fue detectado en el 55% (148/270) de los casos evaluados y en animales procedentes de las 12 C.C.A.A; siendo Cataluña la comunidad con mayor número de casos un 40% (107/270), resultado positivos el 52% de los mismos. En relación al tipo de muestra clínica, el RTVA fue identificado en 51% (66/130) de las heces, el 46% (43/93) de los intestinos y el 38% (18/47) de los hisopados, con valores de ciclo umbral (Cq) de entre 14,6 y 37,9. La presencia de RTVA fue encontrada mayoritariamente en co-infección con alguno de los otros agentes evaluados principalmente con Clostridium perfringens 80%(101/127) y Cryptosporidium parvum 61%(77/127). En solo el 8%(10/127) de los casos RTVA fue el único agente identificado de los patógenos evaluados. En el 68%(79/117) de los casos RTVA estuvo en co-infección con 2 o más agentes.

Un total de 13 muestras positivas a RTVA procedentes de ocho provincias diferentes y distintas explotaciones ganaderas fueron genotipadas. El genotipo G6 fue encontrado como mayoritario (83%), aunque también se identificó dos cepas con genotipo G10. En relación al VP4, seis de las cepas fueron P[11], mientras que otras seis fueron del genotipo P[5]. No se pudo obtener secuencia VP7 en un caso y VP4 en otro. La combinación más frecuente fue G6P[5] con cinco casos, G6P[11] con cuatro, uno de G10P[11] y otro de G10P[5]. Todas las secuencias obtenidas para la VP7 y la VP4 en este estudio presentaron un nivel de homología de entre un 97% y un 99% con secuencias depositadas en el GenBank para cepas de RTVA de otros países de la UE como Francia, Irlanda e Italia; así como de Túnez, Canadá y EEUU.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las frecuencias de infección descritas para RTVA en bovino son variables dependiendo si se evalúan animales con o sin sintomatología clínica; en nuestro estudio el porcentaje de casos positivos fue del 55% y muy similar al descrito en otro estudio en Dinamarca (46%) donde sólo se evaluaron terneros con diarrea. Por otro lado, al menos 12 tipos G y 11 tipos P de RTVA han sido descritos en bovino, siendo los tipos G6, G8 y G10 en asociación con los P[1], P[5] y P[11] los más frecuentes. Los resultados de este estudio preliminar demuestran que el genotipo G6 es también el más frecuente en nuestro país, seguido del G10, aunque no se identificó el genotipo G1 tal como se ha descrito en otros países de la UE como Dinamarca, Francia e Irlanda. La combinación más frecuente en nuestro país fue la G6P[5] y G6P[11] de manera similar a lo reportando en otros paises. La imposibilidad de la identificación del VP4 en algunas muestras de nuestro estudio podría deberse a variaciones en las secuencias de estas cepas de RTVA lo que podría indicar nuevas variantes de este virus. A conocimiento del autor esta es la primera descripción en España de los genotipos de RTVA circulante en la cabaña bovina y aporta información relevante para la epidemiología de este agente en el país.

LA BESNOITIOSIS AGUDA CAUSA AZOOSPERMIA EN LOS SEMENTALES BOVINOS ASOCIADA A LESIONES VASCULARES Y FIBROSIS TESTICULAR

González-Barrio D, Diezma-Díaz C, Tabanera E, Aguado-Criado E, Pizarro M, González-Huecas M, Ferre I, Jiménez-Meléndez A, Ortega-Mora LM, Álvarez-García G

RESUMEN

El control sanitario del semental es clave para mejorar la eficiencia reproductiva y la bioseguridad en las explotaciones de vaca nodriza. Entre las enfermedades que deberían incluirse de forma habitual en la valoración sanitaria del semental destaca la besnoitiosis bovina, una enfermedad parasitaria crónica y debilitante producida por el protozoo apicomplejo Besnoitia besnoiti. Esta enfermedad origina cuantiosas pérdidas económicas en explotaciones extensivas y semi-extensivas, afectando a parámetros tanto productivos como reproductivos y ocasionando un deterioro de la condición corporal, lesiones en la piel y esterilidad en los machos.

La enfermedad se desarrolla en dos fases secuenciales. Una fase aguda inicial caracterizada por el desarrollo de fiebre elevada y persistente, edemas, signos respiratorios, cojeras y orquitis. Esta fase puede cursar de forma muy grave y causar la muerte del bovino afectado. Los animales que superan la fase aguda desarrollan una fase crónica, durante la cual se produce un progresivo engrosamiento de la piel con formación de pliegues y zonas de alopecia, atrofia testicular con azoospermia,

así como el desarrollo de quistes tisulares macroscópicos y patognomónicos en la conjuntiva ocular y en la mucosa vulvovaginal.

Hasta la fecha no se han realizado estudios en toros infectados de forma natural durante la infección aguda y se desconoce los efectos de esta en la eficacia reproductiva. Por ello, el objetivo de este trabajo fue determinar el tipo de lesiones, su localización preferencial y la asociación de estas con la intensidad de la infección y el estadio del parásito presente en los testículos de toros con infección aguda.

Se incluyeron en el estudio siete sementales procedentes de explotaciones de vaca nodriza de diferentes zonas de España de la raza Charolesa (n=3), mestiza (n=3) y Limusina (n=1). Todos los animales mostraron signos clínicos compatibles con una besnoitiosis aguda, principalmente fiebre y orquitis. Posteriormente, se comprobó por métodos serológicos la presencia de anticuerpos específicos frente a B. besnoiti. Además, se comprobó la ausencia de anticuerpos séricos frente a Neospora caninum y el virus de la diarrea vírica bovina. Se recogieron muestras de sangre y el paquete testicular completo. El suero se analizó mediante la prueba SALUVET ELISA 2.0 y western blot para la detección de anticuerpos IgG e IgM anti-Besnoitia. Del paquete testicular se analizó la piel del escroto, el parénquima testicular y el plexo pampiniforme para la detección del parásito mediante una técnica de PCR cuantitativa y la detección de lesiones mediante técnicas histológicas convencionales.

Seis animales mostraron valores detectables de IgM (con IgG negativos) confirmándose la infección aguda dentro de los primeros 15-20 días post infección. Un animal tuvo valores detectables tanto de IgM como de IgG.

Todos los sementales presentaron edema testicular. Dos de ellos además presentaron adherencias entre los testículos y el escroto. En otros dos se detectaron petequias y congestión en el parénquima testicular.

Microscópicamente, solo se detectaron quistes tisulares de pequeño tamaño (40-90µm) en dos de los siete sementales, sobre todo en la piel y, en menor medida, en el parénquima testicular. Sin embargo, el parásito se detectó en todos los animales, siendo el tejido más parasitado la piel del escroto (n=7), seguido del parénquima testicular (n=6) y el plexo pampiniforme (n=4). Además, todos los animales presentaron numerosas lesiones en las zonas vascularizadas de la dermis del escroto, del testículo así como del plexo pampiniformes. Por tanto, los resultados sugieren que el principal responsable de las lesiones en esta fase es el estadio de taquizoíto, característico de la fase de multiplicación rápida de la infección.

Aunque no se observó multiplicación del parásito en el endotelio, las lesiones fueron características de una alteración endotelial: congestión, edema, hemorragias, trombosis, vasculitis necrotizante, hiperplasia e hialinosis de la membrana basal y angiogénesis. Además, se detectó una intensa fibrosis difusa tanto en la dermis del escroto como en el parénquima y el cordón testicular. En la mayoría de los animales se observaron en los túbulos seminíferos distintos grados de atrofia de la línea germinal, con desaparición de los diversos estratos de espermátidas en dos de ellos. Esta disfunción en la espermatogénesis, que causa la falta de espermatozoides y la consecuente esterilidad en estos sementales, sería consecuencia de un fallo en la termorregulación testicular asociado al daño endotelial. La presencia de quistes ocluyendo la luz de los vasos fue un hallazgo ocasional y por tanto se descartaría un efecto obstructivo del parásito.

Este estudio confirmaría que en casos de besnoitiosis aguda grave los animales ya serían estériles y si la superaran, posiblemente el daño tisular ya sería irreversible por la existencia de fibrosis testicular.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (proyecto AGL2016-75202-R) y la Comunidad de Madrid (PLATESA P2018/BAA-4370). David González Barrio es beneficiario de un contrato postdoctoral Juan de la Cierva (FJCI-2016-27875) y Carlos Diezma-Diaz es beneficiario de un contrato pre- doctoral (BES?2014?069839) financiados por el Ministerio de Economía y Competitividad. Alejandro Jiménez?Meléndez es beneficiario de un contrato pre-doctoral financiado por el Ministerio de Educación, Cultura y Deportes (FPU 13/05481).

REPRODUCCIÓN

RESULTADOS DEL PRIMER AÑO DEL PROGRAMA MOET APLICADO A UN REBAÑO ESPAÑOL DE VACAS DE RAZA WAGYU PURA

Martínez D, Vázquez J, Bonet-Bo M, Villagrá A, Gardón JC, Pesántez-Pacheco JL, Pérez-Garnelo SS, Sebastián F, González-Martín JV, Astiz S

Wagyu denomina un conjunto de razas japonesas con características de carne especiales (extremado porcentaje de grasa intramuscular y ácido-oleico) [1]. Aunque el origen del wagyu es Japón hay rebaños puros en el mundo, aunque con tasas de endogamia medio-altas[2]. Las biotecnologías reproductivas (IA, MOET y embriones *in vitro*) se utilizan en esta raza también[3]. En rebaños fuera del Japón, la limitación de originarse de pocos individuos y de la poca oferta comercial de embriones y semen, hace que su aplicación se requiera, si cabe, aún más. En la raza wagyu se describen fertilidades medias del 53% a primera-IA y 1,76 IA/gestación en novillas, comparables a otras razas[4,5] y datos de 5,2±1,2 a 6,8±0,5 embriones viables/lavado, con 47,1% y 35,2% de gestación tras la transferencia de embriones frescos y congelados, respectivametne[6,7]. La eficiencia de programas-MOET depende de factores como el ambiente y la individualidad de los animales[8]. Esto hace que el grado de incertidumbre al aplicar MOET en wagyus criados y mantenidos en condiciones diferentes a las ordinarias del Japón, sea elevada y que el elevar el grado de conocimiento ayude mucho a este sector. Por ello, este trabajo presenta resultados del primer año de aplicación de un programa-MOET sobre un rebaño wagyu puro, español (obtenido de la implantación con éxito de embriones wagyu puros importados), mantenido en condiciones características, españolas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se incluyeron resultados de 36 lavados de 13 nulíparas puras del rebaño Wagyu-Mudéjar (Teruel, España) inseminadas con semen comercial importado, de 5 toros probados. La edad de las donantes en el momento del lavado fue 24,3±7,31m (rango 12,2-40,6m). Las donantes se superovularon con dosis decrecientes de Folltropin® durante 4 días, comenzando en día 9 del ciclo. La recogida se realizó con método discontinuo utilizando jeringas de 60ml, y los protocolos de evaluación y congelación en etilen-glicol estándar (manual IETS). El mismo equipo veterinario especializado (EMBRIOVET SL, ES11ET05B) efectuó todos los lavados y transferencias. Se transfirieron 141 embriones (92 frescos; 49 congelados). Las receptoras se exploraban para comprobar su salud general y reproductiva y se sincronizaban

mediante el método Ovsynch® con dispositivo intravaginal de progesterona durante 5d, transfiriéndose a tiempo fijo 7d después de la inducción de la ovulación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los lavados se efectuaron 2±1,5 veces/vaca/año (rango 1-5) en las 13 donantes y se obtuvieron 7,6±0,79 embriones/lavado de los cuales un 74,3% (202/272) fueron viables, lo que supuso una media de 5,6±0,68 embriones viables/lavado. De ellos, se congelaron 3,06±0,73 embriones/lavado. El 12,5% del total fueron embriones degenerados (34/272) y el 13,2% óvulos sin fertilizar (36/272). Estos datos se encuentran en la media general citada en la raza wagyu en otros países y en otras razas bovinas[5,8]. La edad de nuestras donantes no indujo diferencias significativas en ninguna variable observada, al contrario de lo observado por Deng et al., (2015)[6] que observaron efecto de la paridad. Sin embargo, no estudiaron específicamente la edad, y tampoco en nulíparas exclusivamente, lo que explica las diferencias con nuestros resultados. Finalmente, ni la donante individualmente, ni el toro usado reflejaron diferencias significativas, lo que probablemente se deba al escaso tamaño de nuestra población muestral en el caso de las hembras[8] y a una adecuada selección en el caso de los toros.

En lo referente a las transferencias, de las 141 trasferencias efectuadas en 2018, la fertilidad o tasa de implantación en embriones frescos fue del 52,2% (48/92) y en congelados del 57,1% (28/49; *P*=0,35). La transferencia de los embriones frescos coincidió en todos los casos con la época entre el 20-junio y 5-septiembre, considerándose época de estrés por calor y sin verse afectada, por ello, la fertilidad postransferencia. Estos resultados también concuerdan con los obtenidos en bovino en general, demostrando que el efecto principal del estrés por calor es repercutiendo sobre la calidad del mismo ovocito/embrión y de hecho, la ET de embriones obtenidos en épocas frescas se considera una estrategia eficaz para mejorar la eficiencia reproductiva en granjas lecheras durante épocas de calor intenso[9]. Lo que sí ejerció una influencia significativa fue la hembra donante (*P*=0,025), con una fertilidad/por vaca media observada de 49±34% (rango 0-100%).

En base a estos resultados podemos concluir que el rebaño español de vacas de raza wagyu puras, criadas en condiciones típicamente españolas, presenta una eficiencia reproductiva tras MOET comparable y superior numéricamente a la publicada en otros rebaños wagyu puro, en otras localizaciones del mundo.

Agradecimientos: Trabajo financiado en parte con el proyecto CDTI-IDI-20180254.

BIBLIOGRAFÍA

1. Duarte *et al.* 2013;JAnimSci 91:2938–2946
2. Scraggs *et al.* 2014JAnimBreedGenet.131:3–10
3. Kahi and Hirooka. 2005;JAnimSci.83:2021–2032
4. Setiaji and Oikawa. 2018;IOPConf.Ser.Earth Environ.Sci. 119-012026
5. Irikura *et al*. 2018;ReprodDomAnim.53:34–39
6. Deng *et al*. 2015; GenMolRes.14(4):15 062-15072
7. An *et al.* 2016; ReprodDomestAnim.51(2):255-61
8. Kafi and McGowan. 1997; Anim ReprodSci. 48:137-157
9. Roth. 2008;ReprodDomestAnim.43SuppI2:238-44

PROPUESTA DE CONSENSO PARA LA VALORACIÓN DE LA APTITUD REPRODUCTIVA DE TOROS DE MONTA NATURAL EN ESPAÑA. GRUPO VART

Collantes Fernández E, Pérez Garnelo SS, Montoya G, Gnemmi G, Echegaray A, Sánchez R y García-Paloma JA

El conocimiento de la aptitud reproductiva de toros de monta natural, más conocida internacionalmente como *Bull Breeding Soundness Evaluation*, tiene como objeto la identificación de aquellos toros no aptos por sus valoraciones sanitaria, anatómica, de comportamiento o seminal, y en consecuencia, evitar el impacto negativo que tendrían sobre la productividad de las ganaderías donde fueran destinados. Aunque su aplicación más habitual es en toros jóvenes antes del inicio de su actividad reproductiva, también es utilizada para el diagnóstico causal en toros con baja fertilidad, y para la mejora de la eficiencia reproductiva en ganaderías de vacas nodrizas a través de su integración en los programas reproductivos que se aplican en las mismas.

La metodología fue desarrollada por la *Society for Theriogenology* (Hopkins and Spitzer, 1997), y con algunas variaciones de criterio fue modificada por la *Western Canadian Association of Bovine Practitioners* (Barth, 2000). Su implantación está muy consolidada en países con gran tradición en vacuno de carne extensivo, pero ante la discrepancia de criterio entre los dos sistemas de referencia, cada país ha tenido que consensuar sus procedimientos con la intervención de investigadores, veterinarios, asociaciones de ganaderos y laboratorios que dan apoyo técnico al Sector. Como ejemplo de este ejercicio de consenso se citan los casos de Australia (Fordyce et al., 2006), Sudáfrica (Irons et al., 2007), Reino Unido e Irlanda (Penny, 2018).

En España, la demanda de los ganaderos por conocer la aptitud reproductiva de los toros se ha incrementado en los últimos años, también, el número de veterinarios que se han especializado en esta nueva actividad. Desde el grupo VART (Valoración de la Aptitud Reproductiva de Toros), donde coincidimos investigadores, veterinarios, laboratorios de espermiología y sanidad animal de las zonas del país donde más se trabaja en esta materia, hemos podido constatar la diversidad de criterio que tienen los profesionales que intervienen en todo el proceso, y en consecuencia, vemos necesario impulsar un debate nacional que posibilite llegar a una metodología de consenso. Durante los últimos dos años el grupo VART ha estado trabajando en una propuesta y la presentamos en este XXIV Congreso Anembe de Sevilla con el fin de darla a conocer. Nuestra intención es abrir el debate a todos los actores implicados en esta metodología, y fijar el procedimiento a seguir para avanzar en el deseado consenso.

En la propuesta se abordan los protocolos utilizados en las valoraciones que se consideran más relevantes: valoración sanitaria del toro con especial referencia a las enfermedades de transmisión sexual, valoración anatómica con inclusión a la ecografía reproductiva, valoración de la habilidad copulatoria, colecta y valoración seminal. Se concluye con los criterios utilizados para definir la aptitud del toro en cada una de las valoraciones, su valoración conjunta y para la asignación final de la categoría de aptitud reproductiva.

Estudio financiado por el Principado de Asturias, PCTI 2018–2020 (GRUPIN: IDI2018-000237) and FEDER

Barth AD. 2000. Bull Breeding Soundness Evaluation. 2th ed. The Western Canadian Association of Bovine Practitioners, Alberta, Canada, 75 pp.

Fordyce G et al. 2006. Standardising bull breeding soundness evaluations and reporting in Australia. Theriogenology 66:

1140-1148.

Hopkins FM, and Spitzer JC. 1997. The new Society for Theriogenology breeding soundness evaluation system. Vet Clin N Am-Food Anim Pract 13: 283-293.

Irons PC, Nothling JO and Bertschinger HJ . 2007. Bull breeding soundness evaluation in Southern Africa. Theriogenology 68: 842-847.

Penny C 2018. Examination of Bulls for Breding Soundness. An Illustrated Guide. International Bull Fertility Conference - Theory to Practice. p 1-66, Westport, Ireland.

OPTIMIZACIÓN DE ACTUACIONES EN EL CONTROL REPRODUCTIVO

García F

En los últimos tiempos se ha generalizado la práctica del control reproductivo, es decir revisiones periódicas de todos los animales que lo requieren desde un punto de vista de la reproducción: postparto, diagnóstico de gestación, falta de actividad etc. La implantación de un programa de control reproductivo nos obliga a determinar varios parámetros con los que trabajaremos encada explotación en concreto. Vamos a analizar cómo decidiremos algunos de ellos.

INTERVALO ENTRE VISITAS

Lo habitual es que en grandes explotaciones las visitas sean semanales y en las muy pequeñas mensuales. Más difícil es decidir en explotaciones medianas en las que visitas en intervalos largos pueden significar retraso en la toma de decisiones. Pensamos que una reducir el intervalo de visitas implicará una reducción de algunos parámetros que nos interesa, como días abiertos, % vacas no inseminadas etc. Pero debemos comprobar en cada caso si intensificar las visitas a la granja tiene realmente ese efecto deseado. Y veremos con un ejemplo real cómo tomar la decisión más adecuada.

EXPLOTACIÓN

180 VACAS ADULTA CON 60 NOVILLAS ANIMALES EXPLORADOS:

Revisión del postparto (25 días)

Animales que han superado el periodo de espera voluntario sin I.A.

Diagnostico de gestación

Confirmación del diagnostico (1 o 2 veces)

INTERVALO ENTRE VISITAS

14 versus 21 días. Primero estudiaremos los datos de esta granja en concreto para determinar qué alternativa es la adecuada ella. Y revisando sus datos tenemos que:

Cada semana habría de media 8 vacas para ser diagnosticadas De ellas el 24 % van a resultar vacías

Consideramos relevante la detección precoz de la NO PREÑEZ, porque ltiene preñadas no cambian por el día que se miren. Calcularemos el efecto que la reducción del tiempo entre visitas tiene en la detección de las vacas vacías.

VISITA 21 días: vemos 24 vacas de las cuales vacías hay 5,76 que llevan inseminadas de media 48.5 días (38+21/2)

VISITA 14 días: tenemos 16 vacas de la cuales vacías hay 3,85 que llevan inseminadas de media 45 días (38+14/2).

Hay una diferencia de 3,5 días en 1,91 vacas que son las vacías por semana lo que implica 6,69 días abiertos en total que hemos ahorrado por reducir el periodo entre visitas. Pero si tenemos en cuenta que habríamos diagnosticado 24 vacas en total resulta que habríamos adelalntado en la detección de las vacías 0,42 días por vaca.

CONCLUSIÓN

Para ganar menos de medio día en la detección de vacas vacías tenemos que incrementar un 33 % el nº de visitas (coste veterinario y del propio ganadero) aunque el nº de vacas revisadas se reduce, desplazamiento, manejo de datos etc apenas cambian. Es un caso de buena detección de celos que implica solo un 24 % de vacas vacías. Con una tasa del 35 % el resultado sería: 0,61 días de adelanto. Y con un 45 %de vacas vacías (lo cual implica si hay una fertilidad del 40 %, que la detección de celo es sólo de un 25%) la pérdida de días es de 0,79 días. Si la tasa es mayor el objetivo será mejorar la dectección de celos.

MOMENTO IDEAL PARA EL DIAGNÓSTICO DE GESTACIÓN

Los ecógrafos nos permiten reducir los días para realizar el control de gestación, siendo una fecha frecuente la de 30 días, y 38 para el diagnóstico manual. ¿Pero esto significa reducir los dias vacios perdidos?.Hay que considerar que antes de los 42 días se producen la mayoría de pérdidas embrionarias. Podemos mirar lo que ocurre en una granja real, con 550 vacas en ordeño en la que todas las vacas se inseminan con un protocolo de doble presynch-ovsynch: comenzamos a diagnosticar mediante ecógrafo en el día 32, o manualmente el día 39 (exactos). Aunque aún con pocos datos, los resultados son los siguientes:

Nº Vacas diagnosticadas negativas: 57 y 215 respectivamente a 32 y 39 días

Nº Vacas con diag. positivo: 29 y 112 en cada caso (fertilidad similar, 33.7 y 34.25)

Nº Vacas preñadas, vacías a los 75 días: 7 y 11 respectivamente.

Pérdidas de gestación entre diagnóstico y 75 días: 24.14 y 9.82 % respectivamente.Hay un incremento del riesgo de pérdida embrionaria del 14.32 %. Para 100 vacas hemos ahorrado 7 días a 66 vacas, 462 días, pero 8.2 resultarán vacías a los 75 días, y eso significan 352 días perdidos (8.2 X (75 - 32)). A los 39 días tenemos 3,3 vacías que perdieron 118 días (3,3 X (75 – 39)). Hay una ventaja de 110 días. Tan solo 1,1 días por vaca. Los datos se recogieron en el verano y otoño, donde la fertilidad era del 34 %, pero en esta explotación la fertilidad anual es de un 42 %. Realizando los cálculos en este supuesto el resultado es que perdemos 29 días en las vacas miradas a 32 días. (7 X 58= 406 días ahorrados. 42 X 24.14 = 10,13 vacas con gestación perdida, 10,13 X 43 = 435 días perdidos habiendo ganado 7 X 58 =

406. Es obligado pues valorar cada situación para actuar adecuadamente.

EXPLORACIÓN OVARIOS EN EL MOMENTO DE LA I.A.

La exploración de los ovarios con ecógrafo o manual es una práctica rutinaria que se incluye en el control reproductivo o la exploración de animales, y tambiénal ser inseminados.

¿Pero es adecuado en este momento?. ¿La manipulación del ovario tanto en la exploración manual como con el ecógrafo podría suponer alguna alteración del mismo que comprometiera el resultado de esa inseminación?. Es difícil la respuesta pero, ¿Hay razón para hacerlo?. Si tenemos un animal con síntomas claros de celo, regular, sin antecedentes reproductivos anormales, con una exploración vaginal que nos confirma los síntomas y nos descarta una metritis, ¿nos va a aportar alguna información de utilidad?. Si la respuesta es NO, creo que es correr un riesgo innecesario. La naturaleza del infundíbulo hace

que la más pequeña inflamación pueda provocar que el ovocito caiga en el abdomen, lo que significa fracaso en la inseminación. Habría que comprobar si esa manipulación puede tener riesgo. Y aunque es difícil, todos hemos comprobado un hecho: cuando exploramos vacas que no han manifestado o no hemos detectado celo, en los siguientes días (3 o 4) un número mayor del estadísticamente esperado salen a celo. Y eso teniendo en cuenta que muchas están ciclando normalmente con lo cual modificar ese ciclo es más difícil. Esto en mi opinión significa que manipular los ovarios si tiene consecuencias, en este caso favorables, pero que en el momento de inseminar puede suponer un riesgo que cuando no tiene una razón que lo justifique no se debería correr.

Estos son tres ejemplos en los que está a nuestro alcance tomar decisiones adecuadas sin que tengamos que seguir las recomendaciones que se vienen haciendo de manera estandarizada y que pueden no corresponder a la situación de nuestras granjas reales.

FERTILIDAD Y MICROMINERALES: UN PROBLEMA SUBESTIMADO

Miranda M, Rigueira L, Pereira V, López-Alonso M

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Los microminerales, también conocidos como oligoelementos o elementos traza, son esenciales en la nutrición humana y animal. Tienen un papel clave en el sistema inmune, en el metabolismo oxidativo y energético en los rumiantes. Los signos clínicos asociados a desequilibrios en elementos traza están bien descritos y se relacionan con numerosas patologías productivas, reproductivas y neonatales. El estatus micromineral es altamente dependiente de la ingesta alimentaria y estudios recientes demuestran que las deficiencias en vacuno son más frecuentes cuando los animales no están suplementados con concentrados y/o mezclas minerales; además estas deficiencias están estadísticamente relacionadas con una mayor prevalencia de la enfermedad en el rebaño. A pesar de conocer su importancia y de que hoy en día las técnicas analíticas multielemental, como la espectroscopía de masas, mejoraron mucho la sensibilidad y especificidad de los análisis, generalmente se recurre al análisis de minerales en última instancia. El objetivo de esta comunicación es evaluar la prevalencia de deficiencia mineral en vacuno de carne y de leche en España con los datos retrospectivos del laboratorio de análisis mineral desde 2012 hasta la actualidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizan los datos del Servicio de asesoramiento y análisis minerales de la Universidade de Santiago de Compostela, desde 2012 hasta la actualidad. En total se incluyen en este estudio datos de 968 animales, procedentes de un total de 71 rebaños: 21 rebaños de vacuno de leche en ecológico (338 animales), 34 rebaños de vacuno de leche intensivo (482 animales) y 16 rebaños de vacuno de carne en semiextensivo (148 animales). De todos los rebaños seleccionados se disponía de datos epidemiológicos, dietéticos, sanitarios y reproductivos. Se analizaron 8 elementos (Co, Cu, Fe, I, Mn, Mo, Se y Zn) en sangre (suero) por espectroscopía de masas con fuente de plasma acoplado (ICP-MS).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los rebaños de vacuno de leche en intensivo, como era de esperar por el tipo de dieta, fueron los que mostraron mayores niveles en suero de I (35%), Cu (13%) y Se (46%) en comparación con las granjas ecológicas de leche y con las granjas de carne que dependían más del pasto. En estos últimos rebaños fueron más altos los elementos ligados al suelo y al pastoreo, como el Fe (14%) y el Mo (20%). En los tres tipos de granjas observamos que los elementos más deficitarios fueron el Se (58, 64 y 95% de animales deficientes en vacuno leche intensivo, leche ecológico y carne, respectivamente), el Cu (30, 48 y 65%, respectivamente) y el I (25 y 41% vacuno leche intensivo y leche ecológico, respectivamente); además, el porcentaje de rebaños deficientes fue significativamente mayor en las explotaciones de vacuno de carne y de leche en ecológico que los de leche convencional. A la hora de analizar la causa de análisis de minerales en los rebaños, observamos que en los rebaños de leche intensivos un 58% de las granjas indican problemas reproductivos y problemas de fertilidad junto con aumento de incidencia mastitis y el 42% restante indica falta de arranque productivo en diferentes etapas del postparto. En el caso de las granjas de leche ecológicas un 78% de los análisis se hacen por problemas reproductivos y de fertilidad y el 22% restante por causas múltiples (mastitis, falta de producción, mala condición corporal, etc.). En el caso de las granjas de carne, el 100% de las granjas hacen el análisis de microminerales por problemas reproductivos.

Las deficiencias de microminerales son un problema muy habitual, tanto en rebaños de leche como de carne, en España y en toda Europa. Estas deficiencias se deben por un lado

(i) a que los suelos europeos son deficientes en micro minerales que casi nunca se reponen y a la abundancia de los monocultivos que implican raciones menos variadas y equilibradas, y por otro lado (ii) a las interacciones entre elementos cuando las raciones están mal formuladas. Además en el caso de los animales que pastan debemos tener en cuenta el tipo de suelo, ya que los suelos ácidos, propios del occidente español favorecen pastos pobres en Se y otros oligoelementos esenciales.

CONCLUSIÓN

La deficiencia de microminerales en ganado vacuno, principalmente Se, Cu y I, es común y afecta a todos los tipos de producción, leche y carne, si bien la problemática es mayor en explotaciones en ecológico y en vacuno de carne en semiextensivo por la falta de suplementación mineral. Puesto que la deficiencias minerales son una de la principales causas se infertilidad y fallo de la salud reproductora de los rebaños, nuestra recomendación es no retrasar el análisis de los microminerales en los rebaños con problemas de fertilidad. Teniendo en cuenta que actualmente las técnicas multielemental son rápidas, sensibles y específicas la evaluación del estatus micromineral, debería incluirse en el panel de pruebas de salud del rebaño.

NUTRICIÓN

ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN SOBRE EL PH RUMINAL

García García J.J, Posado Ferreras R, Zúñiga Montero JA, Alonso de la Varga ME, Tabernero de Paz Risueño M.J, Bodas Rodríguez R

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se pretende estudiar como el sistema de manejo y el tipo de alimentación pueden afectar al ambiente ruminal, para ello se han monitorizado tres grupos de animales : uno en extensivo alimentado con unifeed y dos grupos en intensivo , uno alimentado con pienso y paja a voluntad y otro con una ración unifeed.

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales y dietas

Animales estabulados en un cebadero industrial (n=8):

Pienso y paja a voluntad (n=4) Unifeed húmedo (n=4)

Animales en extensivo, libres en un cercado de 17 ha.

Unifeed seco (n=5)

La mezcla unifeed fue distribuida a los animales una sola vez, a primera hora, entre las 9:00-10:00 de la mañana. Los pesos de los animales estaban comprendidos entre los 487 y 530 kg.

Sondas de pH

Sonda interna de pH sin cables (SmaXtec animal care sales GMBH, GRAZ, Austria). Recoge los valores de pH (0-14, ±0.2 unidades) cada 10 minutos durante todo el periodo experimental (23 días). La duración del periodo experimental esta condicionado por la duración de la batería de las sondas.

Determinaciones analíticas

Las muestras de alimentos fueron analizadas conforme AOAC (2003).(Tabla 1) Cálculos y análisis de los datos

Los datos pH ruminal fueron, promediados para cada día como máximo, mínimo, medio y proporción del tiempo en el cual el pH estuvo por debajo de 7.4, 7.0, 6.6, 6.2, 5.8, 5.4 y 5.0.

Los datos se sometieron a un ANOVA de una vía, con el sistema (intensivo-pienso, intensivo- unifeed, extensivo-unifeed) como única fuente de variación. Las comparaciones se realizaron con el test de la diferencia mínima significativa. Se utilizó el software SPSS 16.0 para Windows (IBM Corp., Nueva York, EUA).

RESULTADOS y DISCUSIÓN

El pH del rumen es un parámetro fisicoquímico (De Veth y Kolver, 2001; Sauvant et al., 1999) cuyos valores pueden fluctuar considerablemente en un rango de 5 a 7.2 (Owens y Goetsch, 1988). En función del valor del pH ruminal registrado, Bach (2003) diferencia tres formas clínicas de acidosis para ganado vacuno: crónica, con valores de pH entre 6.2 y 5.6, subaguda o subclínica, con un pH entre 5.2 y 5.6 y aguda, cuando su pH es inferior a 5.2. Por su parte, Nagaraja y Titgemeyer (2007) diferencian una acidosis aguda (pH inferior a 5) y una subclínica (pH entre 5.0 y 5.6).

En todos los casos (Tabla 2) los valores medios de pH se sitúan dentro del rango considerado como fisiológico para Bach (2003), si bien son significativamente más elevados en los animales estabulados alimentados con pienso que en los animales de extensivo alimentados con unifeed.

Los pH mínimos se encuentran en el caso de los animales estabulados en el rango considerado por Bach (2003) como de acidosis crónica, mientras que los animales de extensivo se encuentran dentro del rango considerado por este mismo autor para la acidosis aguda. Atendiendo a la clasificación de Nagaraja y Titgemeyer (2007), los pH mínimos de los dos grupos de animales estabulados se encontrarían dentro del rango fisiológico, mientras que los animales de extensivos estarían dentro del rango de acidosis subclínica. Se aprecian diferencias significativas entre los tres grupos, siendo los pH mínimos inferiores en los extensivos, que en los animales sometidos a un cebo intensivo. Los valores de de pH máximos más elevados se registraron en los animales alimentados con pienso.

En todos los casos (pH medio, pH máximo, y pH mínimo), los valores más elevados se han registrado en los animales de cebo intensivo alimentados con pienso y paja ad libitum. Observando un pH significativamente más ácido, en los animales alimentados mediante un sistema unifeed (Tabla 2). Estas observaciones concuerdan con los resultados obtenidos por Lomillos (2012).

Los animales que recibieron pienso tienen un pH medio más estable y elevado a lo largo del día. Por el contrario, los dos grupos alimentados con unifeed, sufren un descenso mantenido del pH medio desde que se suministra el alimento y hasta última hora del día si bien, los valores de pH medios para el grupo de intensivo son más elevados que para los de extensivo. Estas diferencias en la evolución del pH a lo largo del día pueden estar relacionadas, muy probablemente, con el patrón de comportamiento y de ingestión de alimento (Schwartzkopf-Genswein et al., 2003).

Cuando se analiza el tiempo (minutos al día) que el rumen de los animales pasa en los diferentes rangos de pH, se observa que los animales intensivos alimentados con pienso y paja, permanecen menos tiempo por debajo de los valores de pH fisiológicos, mientras que los de este mismo grupo alimentados con unifeed, se sitúan en una posición intermedia.

Los animales de extensivo son los que alcanzaron pH compatibles con el padecimiento de la acidosis ruminal durante periodos más amplios de tiempo (Figura 1).

Todas estas observaciones ponen de manifiesto que, los animales sometidos a un engorde intensivo en un cebadero industrial, independientemente del sistema de alimentación, tenderían a presentar un menor riesgo de sufrir acidosis ruminal que los animales de extensivo sometidos a un engorde en libertad, pese a estar recibiendo raciones unifeed. Esto podría ser debido a que los animales de este último grupo pueden permanecer una gran parte del tiempo, alejados del punto de suministro del alimento, lo que favorecería una reducción en el número de ingestas a lo largo del día y un aumento del volumen de las mismas, dificultando la regulación del pH ruminal. Así pues coincidimos con lo indicado por Casamiglia et al. (2003) quienes consideran que el manejo de la alimentación puede resultar más importante que la composición de la ración o las estrategias nutricionales sobre el pH ruminal y el consiguiente riesgo de acidosis.

Tabla 1. Composición química de las raciones y consumo estimado de nutrientes.

Sistema de alimentación	Estabulación Pienso + paja	Unifeed humeda	Extensivo Unifeed seca
Composición química (% sobre materia seca)			
Humedad (% sobre materia fresca)	13.0	50.9	9.6
Proteína bruta	14.2	13.9	10.8
Grasa bruta	4.5	3.6	4.1
Fibra bruta	6.8	15.4	14.7
Fibra neutro detergente	20.1	36.7	34.9
Almidón	35.1	33.4	23.1
Cenizas	5.5	6.3	6.5
Consumo calculado por animal y día			
Pienso o unifeed (kg en fresco)	6.5	12.0	10.0
Paja de cereal (kg en fresco)	2.0		
Proteína bruta (g)	867	819	976
Grasa bruta (g)	284	212	371
Fibra bruta (g)	1104	907	1329
Fibra neutro detergente (g)	2441	2162	3155
Almidón (g)	1998	1968	2088

Tabla 2. Valores medios de pH ruminal calculados a partir de los valores medios de cada animal

Sistema de alimentación	Estabulación Pienso	Unifeed humedo	Extensivo Unifeed seco	d.e.r.	Nivel P
pH medio	6.68^{b}	6.43^{ab}	6.22^{a}	0.208	*
pH mínimo	6.09^{b}	5.90^{ab}	5.52^{a}	0.286	*
Tª a pH mínimo	38.5	38.8	38.5	0.63	n.s.
Hora a pH mínimo	13.16^{a}	16.05^{b}	16.30^{b}	1.672	*
pH máximo	7.12^{c}	6.89^{b}	6.81^{a}	0.147	*
Tª a pH máximo	39.0	38.8	38.8	0.28	n.s.
Hora a pH máximo Tiempo (min/día) a pH<	8.46	10.38	9.34	1.077	t
7	1170	1427	1416	182.1	n.s.
6,6	530	950	1093	326.8	t
6,2	160^{a}	251^{a}	614^{b}	219.2	*
5,8	34^{a}	103^{a}	272^{b}	109.2	*
5,4	1^{a}	3^{a}	80^{b}	40.1	*
5	0	0	7	4.6	t

d.e.r.=desviación estándar residual.
Nivel P: n.s.=P>0.10; t=P<0.10; *=P<0.05.

INFLUENCIA DE LA ALIMENTACIÓN EN VACUNO LECHERO. DIFERENCIAS ENTRE EL SISTEMA ECOLÓGICO, EL CONVENCIONAL A PASTOREO Y EL CONVENCIONAL INTENSIVO

Miranda M, Orjales I, López S, Alaiz-Moretón H, Resch C, Pereira V, López-Alonso M

OBJETIVO

La provisión adecuada de alimentos es uno de los principales objetivos de los ganaderos para garantizar la salud y la correcta producción de sus animales. En las ganaderías convencionales, los requisitos nutricionales de las vacas, incluso las altamente productivas, suelen estar cubiertos, porque las dietas generalmente se complementan con alimentos concentrados que proporcionan altas cantidades de energía y proteína. Sin embargo, en la ganaderías ecológicas, el objetivo es optimizar los recursos disponibles en lugar de maximizar la producción, de modo que se debe aprovechar al máximo el forraje, que debe representar al menos el 60% de la dieta (EC, 2008). El objetivo del presente estudio fue analizar la composición de las dietas y el estatus nutricional (balance energía-proteína) en las granjas ecológicas, granjas convencionales a pastoreo y granjas convencionales intensivas en el norte de España, que sería extrapolable a los sistemas ecológicos y a pastoreo de clima templados en Europa.

MATERIAL Y MÉTODOS

Participaron en el estudio 22 granjas ecológicas, 5 granjas convencionales a pastoreo y 5 granjas convencionales intensivas, sin pastoreo. Se recogieron datos sobre las raciones y cantidades ingeridas de cada componente de la ración. Para analizar la composición química y nutricional de los alimentos utilizados en cada granja se tomaron 346 muestras de alimento (muestras duplicadas de cada tipo de alimento de ecológicas (n =244), convencionales con pastoreo (n =52) y convencionales intensivas (n =50)) que se analizaron por espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS). Por otro lado se tomaron datos productivos de los registros del control lechero. Se llevó a cabo un análisis estadístico multivariante que permitió evaluar las diferencias y las variables más influyentes en cada tipo de granja.

RESULTADOS

El análisis global de toda la información permitió demostrar que las diferencias son muy evidentes entre la alimentación de las granjas ecológicas y las convencionales intensivas; sin embargo las convencionales a pastoreo mantienen una posición intermedia entre ambas, si bien se parecen más a las ecológicas. En general, la producción de leche y la ingestión de materia seca fueron menores en las granjas ecológicas que en las convencionales. Más del 80% de la ración utilizada en las granjas ecológicas estaba compuesta por forraje, mientras que la proporción correspondiente fue significativamente menor en las granjas convencionales intensivas (63%). En las granjas ecológicas, el forraje fue proporcionado principalmente por los pastos, mientras que en las granjas convencionales intensivas el silo de maíz fue el principal tipo de forraje proporcionado. La ración utilizada en las granjas ecológicas tuvo un porcentaje significativamente mayor de FAD y un contenido de materia orgánica más bajo que las raciones utilizadas en ambos tipos de granjas convencionales, lo que indica que las dietas eran menos digestibles. Aunque la concentración de proteínas de las dietas utilizadas en las granjas de pastoreo (ecológicas y convencionales a pastoreo) fue mayor que en las granjas convencionales intensivas, la ingesta de proteínas fue similar. Debido al bajo nivel de energía proporcionado en las dietas ecológicas, los resultados mostraron un desequilibrio entre la energía y la proteína: con mayor proteína dependiente de nitrógeno (PDIN) que de energía (PDIE). La eficiencia del uso de proteínas fue menor en las granjas ecológicas que para ambos tipos de granjas convencionales. La clave está en la cantidad y la calidad del forraje que ingieren los animales. Las granjas ecológicas pastan más y por tanto ingieren mucho nitrógeno, lo que significa que están recibiendo un gran aporte de proteína, sin embargo la falta de energía por la menor utilización de concentrados conduce a una menor producción de leche.

CONCLUSIONES

Las dietas utilizadas en granjas ecológicas y convencionales son muy diferentes, especialmente en cuanto a los ingredientes utilizados, lo que permitió diferenciar claramente los tres sistemas en el análisis multivariante. La ingestión de materia seca fue menor en las granjas ecológicas y, por lo tanto, la ingesta de energía también fue menor, debido al menor porcentaje de concentrado y ensilado de maíz. Aunque la ingesta de proteínas fue similar en todos los tipos de granjas, la eficiencia en el uso de proteínas fue menor en las granjas ecológicas, probablemente debido a las menores cantidades de energía que proporcionan las dietas. Por lo tanto desde un punto de vista nutricional, se recomienda equilibrar las raciones aportando algo más de energía con la mejora de la calidad de los forrajes y formulando raciones más equilibradas en cuanto a la proporción forraje: grano.

BENCHMARKING DE LOS VALORES NUTRICIONALES FORMULADOS EN SISTEMAS DE ORDEÑO AUTOMATIZADO

Correa A, Trillo Y, Gómez M

OBJETIVOS

Describir la variación de los valores nutricionales de la ración suministrada en pesebre y del concentrado distribuido en robot en ganaderías del noroeste de la península con sistemas de ordeño robotizado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se recogieron datos de 40 granjas. La media de producción diaria fue de 38 kg de leche con una media de 2,8 ordeños por vaca y día. En dichas ganaderías se ordeñaron 63 vacas de media en un robot (x=28), 125 vacas en 2 robots (x=8), 188 vacas en tres robots (x=3) y 250 vacas en cuatro robots (x=1).

Los parámetros nutricionales se obtuvieron entre septiembre y diciembre de 2018, a partir de la fórmula elaborada por el nutricionista, tanto de fábricas de pienso (X=22) como de asesores independientes (x=18):

Valores nutricionales de la ración de pesebre o Ración Parcial Mezclada (PMR), del concentrado del robot y pesebre, y de las analíticas de forrajes (% MS): materia seca (MS), proteína bruta (PB), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD), grasa bruta (GB), almidón, cenizas, Energía Neta Leche (ENL).

Cantidad (Kg de MS) y proporción en la ración total (% sobre MS) de los ingredientes incluidos en pesebre y robot en 24 horas.

Los resultados de cada parámetro se presentan en los valores de referencia para un diagrama de cajas: mínimos, máximos, quartil 25, quartil 75 y quartil 50 o mediana, y coeficiente de variación (CV).

Resultados y Discusión

Con los sistemas de ordeño robotizados se debe ajustar la PMR y el concentrado de robot de forma que, entre ambos, cumplan los requerimientos nutricionales para la producción media del rebaño. Así la recomendación LELY es formular la PMR para la media de kg de leche – 7, como ración base, cubriendo las restantes necesidades con el concentrado de robot.

Para elaborar una fórmula total, se tiene en cuenta la disponibilidad y calidad de los forrajes. Los valores nutricionales del ensilado de maíz no varían de forma notoria, sin embargo hay una gran dispersión de datos en el ensilado de hierba. Esto es debido a que tanto el momento de corte de la hierba, la composición botánica de la pradera, así como prácticas de presecado son más variables. Asimismo, el mayor tamaño de partícula y menor contenido en azúcares lo hacen más fácilmente alterable.

El ensilado de maíz es fundamentalmente energético (ENL=1,7 en el 50% de las analíticas), mientras que el ensilado de hierba va a ser la principal fuente de fibra de la ración total.

Por otro lado, se recomienda que la presentación del concentrado de robot sea en gránulo de alta durabilidad, para favorecer la ingesta y palatabilidad. Así, se observó que el contenido en GB y fibra de este es inferior al del concentrado de pesebre (Tablas 1 y 2), ya que una alta cantidad de grasa añadida y las materias primas fibrosas dificultan el granulado. Además, se usan principalmente materias primas energéticas como trigo, maíz y cebada para su fabricación más que oleaginosas, fuente de proteína; de forma que se consigue reducir su coste y se logra una mayor palatabilidad.

CONCENTRADO ROBOT	MS	PB	ALMIDÓN	GB	FAD	FND
MIN	87,4	16,7	19,1	2,0	6,3	14,8
Q1	87,9	18,0	29,6	2,6	8,0	15,0
MEDIANA	88,0	18,3	33,9	3,3	9,0	17,3
Q3	88,8	20,5	38,1	4,3	9,9	18,8
MAX	90,0	23,3	42,9	4,4	11,5	22,0
CV	1%	9%	19%	24%	17%	13%

Tabla 1. Variación de los valores nutricionales (sobre MS) del concentrado de robot.

CONCENTRADO PESEBRE	MS	PB	ALMIDÓN	GB	FAD	FND
MIN	87,5	14,0	0,8	2,4	5,3	11,2
Q1	88,6	21,7	18,9	3,4	6,2	14,2
MEDIANA	89,0	24,3	23,4	4,0	10,2	15,3
Q3	89,4	29,5	28,7	4,7	12,1	19,4
MAX	90,0	33,6	45,8	7,8	16,9	25,5
CV	1%	20%	42%	30%	39%	25%

Tabla 2. Variación de los valores nutricionales (sobre MS) del concnetrado de pesebre.

Si bien las ganaderías presentan unos rangos nutricionales bastante próximos en la mayor parte de sus valores, el almidón del concentrado de robot muestra una variación de un 19% y la GB de 24%; mientras que en la PMR hay una variación de un 20% en MS, un 11% en almidón y un 20% en GB.

En lo referente a los ingredientes de la ración, se encontró que la proporción de concentrado de la PMR se mantiene ligeramente más alta que la del robot. Entre otros motivos, porque la cantidad de concentrado suministrado en robot tiene un máximo por ordeño (en el 90% de las explotaciones estudiadas, un máximo de 3kg por visita) lo que limita el consumo en función del número de ordeños. El ingrediente presente en mayor proporción fue el ensilado de maíz, aunque hubo gran variación en la cantidad usada entre las diferentes granjas (CV=40%), al igual que sucedió con el ensilado de hierba (CV=42%).

INGREDIENTES	SILO MAÍZ		SILO HIERBA		PIENSO PESEBRE		PIENSO ROBOT	
	Kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
MIN	0,0	0,0	1,5	0,0	3,6	14,5	3,1	12,4
Q1	5,4	22,9	2,9	12,0	5,5	22,2	4,5	18,8
MEDIANA	8,8	34,1	4,4	16,6	6,2	24,7	5,2	20,9
Q3	10,1	39,9	5,1	20,4	7,1	30,8	5,3	22,0
MAX	13,4	59,0	8,5	33,3	16,8	71,1	8,0	31,1
CV	40%	40%	42%	42%	33%	36%	16%	16%

Tabla 3. Proporción y kg de MS de los principales ingredientes de la ración completa.

CONCLUSIONES

La fórmula de la ración se adapta a las disponibilidad y calidad de los forrajes, cuyos valores fueron muy variables entre las granjas, siendo el maíz el que predominó en la mayoría. Así, la mayor dispersión de valores se encontró en la PMR.

Además, debido a la forma de presentación del concentrado de robot, se evita formularlo con demasiada fibra, grasa y proteína, por lo que resultó fundamentalmente energético; cubriéndose los aportes restantes de GB y PB a través del concentrado de pesebre, y de fibra mediante los forrajes de la PMR.

INVENTARIO DE LAS EMISIONES INDIVIDUALES DE METANO EN EXPLOTACIONES DE BOVINO LECHERO Y CENSO DE LA MICROBIOTA RUMINAL: ESTUDIOS PRELIMINARES PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ALIMENTICIA Y AFRONTAR LA REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Atxaerandio R, Goiri I, García-Rodríguez A, Rey J, Jiménez JA, González-Recio O

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO

La eficiencia alimenticia es el parámetro técnico de mayor importancia para evaluar el rendimiento productivo de los animales. Actualmente, la producción ganadera en general, y la de bovino lechero en particular, debe regirse por criterios de sostenibilidad, maximizando la eficiencia de la producción y de una manera que proteja el medio ambiente (Huws et al., 2018). En la fermentación ruminal, se estima que entre el 2 y el 12% de la energía consumida por el animal, se pierde en forma de metano (CH_4), que se elimina principalmente en forma de eructos y a través de la respiración (IPCC, 2006; Jonshon & Jonshon, 1995). Según las últimas estimaciones realizadas, la producción de rumiantes es la responsable de la producción de aproximadamente el 14% del CH_4 de origen antropogénico (Gerber et al. 2013). El metano es un gas de efecto invernadero con un potencial de calentamiento global 28 veces superior al del dióxido de carbono (IPCC, 2006). En este contexto, la Unión Europea ha establecido el objetivo de reducir progresivamente las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y los últimos datos actualizados confirman una reducción del 22,4% en el cómputo global de los sectores emisores, aunque éste no ha sido el caso para el metano (Fuente: Eurostat Statistics Explained; Europa 2020 indicators- climate change ande energy; Junio 2018). Las estrategias más eficaces que contribuyen a la reducción de las emisiones de CH_4 entérico son i) la selección genética y ii) la aplicación de estrategias nutricionales. En el caso de la primera, son varios los estudios que sugieren el carácter heredable de la producción de metano (Lassen & Løvendahl, 2016), lo cual se relaciona con la existencia de una influencia genética del hospedador sobre la composición del microbioma ruminal (Roehe et al., 2016) y el desarrollo del tracto digestivo (Pszczola et al., 2017). El meta-análisis de Brito et al. (2018) muestra que el 25% de la variabilidad en la producción de metano entre las vacas son debidas a la genética. Las estrategias nutricionales basadas en la suplementación con aditivos biológicos, químicos o de otra naturaleza y en formulaciones específicas también resultan eficaces para este propósito. Sin embargo, la permanencia de su efecto es menor debido a la capacidad de adaptación del microbioma ruminal a las intervenciones nutricionales, por lo que no se presentan, a priori, como medidas de eficacia elevada para abordar la mejora en la eficiencia alimenticia y la reducción de la producción de metano a largo plazo.

En el contexto de esta situación del sector del vacuno lechero, y para dar respuesta al reto de la mejora de la eficiencia alimenticia y la reducción de las emisiones de CH_4, se desarrolla este proyecto que aquí presentamos con una aproximación multidisciplinar de diferentes áreas de la producción animal (genética y nutrición animal), con el uso de herramientas -ómicas (genómica y metagenómica) y sistemas no invasivos de medición de metano en tiempo real.

MATERIAL Y MÉTODOS

El proyecto se desarrolla en 14 explotaciones comerciales de bovino lechero colaboradoras repartidas por la zona norte y este de España, con diferentes sistemas de producción y manejo de la alimentación, y que disponen de estaciones automáticas de ordeño. La producción de gas CH_4 se mide utilizando sensores de infrarrojos (Guardian NG, Edinburgh Instruments Ltd, Livingston, RU; rango de medición 0-10.000ppm) que se conectan a un tubo de poliamida. Este tubo se coloca en el comedero de la estación automática y con la ayuda de una bomba de aspiración absorbe el aire que contiene el metano exhalado a través del evento del eructo o por la respiración del animal mientras ingiere el pienso durante la visita para su ordeño sin interferir en su comportamiento natural. El periodo de registro de las emisiones individuales de metano (ppm) se establece en 14 días por explotación, de los cuales el último día se obtiene una muestra de contenido ruminal, mediante sondaje oroesofágico para la caracterización del censo del microbioma y una muestra de sangre para genotipado. El objetivo es obtener al final del proyecto un registro de producción de metano para más de 2500 animales, la mayoría con dato de genotipo. Además, 500 de estas vacas tendrán información para la composición de su microbiota ruminal. El tratamiento de los datos de la concentración de metano en cada visita se ha realizado con un programa informático diseñado *ad hoc*, que identifica el número de eventos de eructación y calcula las medias de la concentración de CH_4 en cada visita y de la concentración de los picos de eructación por minuto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A día de hoy se dispone de registros de mediciones individualizadas de metano de 1300 vacas correspondientes a nueve explotaciones colaboradoras muestreadas, siendo, hasta donde conocen los autores, los primeros datos del inventario de las emisiones de metano entérico a nivel nacional en entorno de ganadería comercial. Los datos obtenidos hasta ahora muestran que hay una correlación fenotípica negativa entre metano y litros de leche, pero positiva con porcentaje de grasa y proteína. Se ha estimado una heredabilidad entre

0.23 y 0.28. Los resultados del proyecto permitirán establecer relaciones entre la producción de metano, la composición de la microbiota ruminal y la genética del animal, así como estudiar la heredabilidad del carácter producción de metano para su inclusión en el esquema de selección del vacuno lechero, primando la selección de animales bajos emisores de metano, con una eficiencia alimenticia mayor sin menoscabar el progreso alcanzando en otros caracteres productivos.

BIBLIOGRAFÍA

A disposición de quién la solicite.

PREVALENCE AND RISK FACTORS ASSOCIATED WITH KETOSIS DETECTED IN DHI CONTROL SAMPLES IN CATALONIA

Guadagnini M, Casals R, Jubert A, Cainzos J

Ketosis, defined as hyperketonemia (cutoff point 1,4oo µmol/L , Duffield et al., 2008) during the first weeks postpartum, is a common and costly disease for the dairy industry, increasing disease risk of other metabolic diseases and resulting in substantial loss of milk yield during early lactation. Nowadays, several individual cow-side diagnostic tools are available, but interpretation of herd-based tests for metabolic diseases is very different. So, interpretation of herd-based test results requires an understanding of how metabolites affect cow performance, a statistically based approach to determining subsample sizes, and an emphasis on monitoring subclinical disease prevalence instead of clinical disease incidence (Oetzel et al., 2004). Intensive labor needed to monitoring disease prevalence over time

represents an important challenge and many DHI organizations offer clients an infrared test to detect milk BHB as a herd surveillance test, his approach has been recently validated for identifying cows with hyperketonemia (Renaud et al., 2019).

The aim of the present study was to evaluate the ketosis prevalence in 266 farm included in the official dairy herd improvement control (DHI) program in Catalunya and its relationship with seasonality and individual factors. 39.800 samples from animals with less than 60 days in milk (DIM) were collected from March to December 2018 and bronopol-preserved samples from Laboratori Interprofessional Lleter de Catalunya (Cabrils, Barcelona) were received. Milk BHB levels (µmol/L) were determined individually by infrared-FTIR (Fourier transformed infrared-FTIR, MilkoScan FT6000, Foss Electric, Hillerød, Denmark). Samples with BHB levels higher than 0,10 µmol/L were considered as positives (Cainzos et al., 2016). Previous reports demonstrated a strong correlation between DIM at test and ketosis prevalence (Dohoo y Martin 1984, Duffield et al., 2000, Cainzos et al., 2016) and following Renaud et al. (2019) recommendations, samples with DIM>25 days were excluded (n=24.512). Retrospective and anonymously, following variables were gather from DHI data base: Farm name and cow ID (coded), date of birth, calving data, calf sex and number - male (1), female (2), twins (3), three or more (4), stillborn (5) and aborted (6)-, lactation number, milk yield (kg) and test date.

Data analysis indicated an average ketosis prevalence of 19,58%, and prevalence was different on first calving animals (n=5103), second calving (n=4236) and three or more calving (n=5949) animals (13,64; 18,84 y 25,20%; respectively, p<0,0001). As some reports indicated previously, inverse relationship was also determined between DIM and ketosis prevalence (%cetosis=-0,49-0.06DIM, p<0,0001). Other factors analyzed were: a) month of calving (9,35; 13,75; 14,48; 19,33; 20,35; 16,95; 17,59; 23,34; 22,24 y 32,34% from March

to December, respectively, p<0,0001), b) calves number at calving (19,54 vs 22,90%, p=0,09 for singleton versus twin, respectively) and c) herd size (22,71; 18,14, 17,89 y 19,58%, for 1st, 2nd, 3rd and 4th quartile, respectively, p<0,0001). In order to evaluate age at first calving relationship with ketosis risk, a multinomial logistic regression was run (r2=0,23, p<0,0001), including following variables: DIM, Month of calving, Farm and age at calving categories. Compared with younger animals (age at calving <24 months), ketosis risk was higher in animals calving between 24 and 27 months of age (OR=1,38 95%CI=1,06-1,80) and for those animals older than 27 months (OR=2,12 95%CI=1,57-2,85). Heifers older than 27 months had higher ketosis risk than 24-27 month heifers (OR=1,53 95%CI=1,18-1,96). For those animals with a singleton calving, multinomial analysis including parity, DIM, month of calving, farm and calf's sex variables (r2=0,12; p<0,0001) indicated a higher ketosis prevalence in those cows calving males relative to females (OR=1,10 95%CI=1,01-1,21). With the aim of evaluating ketosis impact on first test milk production, another multinomial logistic regression was run (r2=0,43, p<0,0001), including following variables: farm, parity, DIM, month of calving, Twin Vs Singleton and ketosis. Least square means values indicated a lower milk production in those cows with milk BHB levels higher than 0,10 µmol/L (28,70 vs 30,36 kg, for ketotic and non ketotic cows, respectively). From an overall point-of-view, 36% of farms shown an average prevalence higher than 25%- cutoff point established by Oetzel et al. (2014) for risk of ketosis at farm level. Similar results, in terms of parity, number of calves, seasonality, herd size and age at first calving were reported in previous papers (Andreu and Bach, 2017; Tatone et al., 2016) . Therefore, this demonstrates that BHB test performed on routine DHI milk samples is a reliable tool for hyperketonemia detection and could be used as a herd- level ketosis monitor when evaluating transition period management or preventative medicine strategies.

BIBLIOGRAPHY

Andreu and Bach (2017). In proceedings WBC Dublin 2016. Cainzos et al (2016), in proceedings ANEMBE congress. Dohoo and Martin (1984), Canadian journal of comparative medicine, 48:1-5. Duffield T (2000), Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract. 16:231-2553. Duffield et al (2008), J. Dairy Sci. 92:571–580. Renaud et al (2019), J. Dairy Sci. 102:1–5. Oetzel et al (2004), Vet Clin Food Anim 20:651–674. Tatone et al (2016). Preventive Veterinary Medicine 130 (2016) 18–32.

SANIDAD

USO CUANTITATIVO DE LA SEROLOGÍA PARA MONITORIZAR LA CIRCULACIÓN DEL VIRUS BVD EN LOS REBAÑOS VACUNADOS CON VACUNA INACTIVADA

Carbonell C, Elvira L, Villaamil J, Ambroggio R, Conde R, Vicente MI, Pilar C, Álvarez M

El virus BVD causa importantes pérdidas económicas en las ganaderías de todo el mundo, motivo por el cual diversos países de la UE se han embarcado en planes de erradicación voluntarios u obligatorios. Los distintos esquemas tienen tres elementos centrales en común: bioseguridad, eliminación de animales infectados persistentemente (PI) y monitorización de los rebaños. Además, en algunos de los programas se incluye la vacunación sistemática frente al BVD como una garantía adicional de bioseguridad en los rebaños (EU Thematic network BVDV, 2001; Moening y col., 2007).

Para la monitorización, la detección de anticuerpos es todavía el método más rápido, práctico y económico para evaluar la exposición al BVD (González y col., 2014). Por ello, algunos países y programas regionales, como el de las ADSG de Galicia, basan los programas de control en pruebas ELISA que se realizan periódicamente sobre muestras de leche de tanque y suero.

Una posible inquietud respecto a la vacunación es la interferencia de la respuesta vacunal con la monitorización serológica del rebaño. Actualmente hay dos tipos de vacunas disponibles frente al BVD: vivas e inactivadas. Una de las ventajas de las inactivadas es que los anticuerpos p80 se originan en mucha menor medida, tanto en leche como en suero (Álvarez y col., 2012; González y col., 2014), lo que ha llevado a considerarlas como "marcadas a nivel de rebaño".

Sin embargo, no todos los animales vacunados con vacuna inactivada frente al BVD se mantienen negativos al ELISA p80. Por este motivo decidimos investigar los patrones de respuesta vacunal y el uso de los valores cuantitativos del ELISA para mejorar el diagnóstico y la valoración del estatus sanitario del rebaño frente al virus BVD.

OBJETIVOS

Los principales objetivos de este estudio fueron: 1) identificar el efecto de la edad y número de dosis vacunales y 2) valorar el uso cuantitativo de las lecturas del ELISA p80 por parte del veterinario con el fin de facilitar la diferenciación de la circulación del virus campo vs la vacunación con Bovilis BVD.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este estudio se efectuaron dos subestudios: (1) análisis de resultados serológicos entre 2015-2017 de 65 explotacio-

nes vacunadas con Bovilis BVD y sin presencia de PI, incluidas en el programa voluntario de control de ADSG de Galicia; (2) análisis serológico cuantitativo de un muestreo estratificado por número de dosis en cinco explotaciones vacunadas con Bovilis BVD (desde hace al menos 3 años, sin circulación reciente del virus BVD y >4-6 meses posvacunación) y tres explotaciones con circulación reciente del virus BVD.

Las muestras se enviaron refrigeradas al laboratorio del Departamento de Sanidad Animal de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de León para su análisis mediante ELISA BVD anticuerpo (IDEXX, BVDV p80 Ab Test) para determinación cuantitativa del resultado. Si bien a nivel cualitativo se consideran positivas las muestras con DO <40, a menor DO mayor título de anticuerpos presentes en la muestra por lo que estratificamos en cuatro rangos los resultados positivos en base al resultado de la DO.

Para el procesado estadístico se realizó un análisis descriptivo utilizando Excel 2016.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el primer estudio se analizaron un total de 4.302 sueros (1.151 de 2015, 1.279 de 2016 y 1.872 de 2017). Los resultados se segmentaron en cuatro estratos de edad (6-12m, 13-18m, 19-24m y >25m); evidenciando cómo entre 6-18m de edad apenas varió el porcentaje de muestras seronegativas (95-89-96% 6-12m y 86-84-80% 13-18m, en 2015-2016-2017 respectivamente). El porcentaje de seronegativos se reduce ligeramente con la edad (75-80-66% y 70-72-61% en el 3er y 4º estrato, respectivamente).

En el segundo estudio, se analizaron 277 sueros estratificando los resultados positivos en base al resultado de lectura de densidad óptica (DO) del ELISA p80 en: 0-10, 11-20, 21-30 y 31-40. En el grupo Bovilis BVD, un 83,6% de las muestras fueron seronegativas y sólo un 2,3% presentaron DO <10. Mientras que, en el grupo con circulación reciente de BVD, tan sólo el 23% de las muestras fueron seronegativas y un 58% de las muestras obtuvieron DO <10.

Si analizamos los resultados en función del número de dosis de vacuna recibida; en el grupo Bovilis BVD, los animales sin vacunar fueron todos seronegativos, mientras que el porcentaje de muestras con DO <10 fue muy bajo (0; 2,8 y 7,9% en primovacunado, 1ª y 2ª revacunación, respectivamente). Mientras que, en el grupo con circulación de virus campo, los porcentajes de muestras con DO <10 fueron elevados en todos los estratos (64; 54,5; 100 y 50% en no vacunados, primovacunados, 1ª y 2ª revacunación, respectivamente). De modo que el criterio porcentaje de animales con DO <10 resulta muy diferenciador entre ambos grupos.

CONCLUSIONES

En conclusión, la combinación de la edad al muestreo y el uso de los valores cuantitativos del ELISA Idexx p80 parecen ofrecer una herramienta útil a la hora de mejorar el diagnóstico y valorar el estatus sanitario del rebaño frente al virus BVD. Así mismo, permite poner en valor la interpretación por parte del técnico asesor.

BIBLIOGRAFÍA

- EU Thematic network on control of bovine viral diarrhoea virus (BVDV) QLRT – 2001-01573
- Moennig V, Houe H y Lindberg A (2005) BVD control in Europe: current status and perspectives. Animal Health Research Reviews, 6(1): 63-74.
- Gonzalez A.M., Arnaiz I., Eiras C., Camino F., Sanjuán M.L., Yus E. y Diéguez F.J. (2014) Monitoring the bulk milk antibody response to bovine viral diarrhea in dairy herds vaccinated with inactivated vaccines J. Dairy Sci. 97 :3684–3688.
- Álvarez M, Donate J., Makoschey B. (2012) Antibody responses against non-structural protein 3 of bovine viral diarrhoea virus in milk and serum samples from animals immunized with an inactivated vaccine. The Veterinary Journal 191: 371–376.

PRECISIÓN DE LOS ACELERÓMETROS COMO SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN DEL ESTADO DE SALUD EN TERNEROS DE ENGORDE

Belaid MA, Rodríguez-Prado D V, Rodríguez-Prado M, Chevaux E, Calsamiglia S

INTRODUCCIÓN

El uso de antimicrobianos en ternero de engorde es elevado, y es responsable en parte de la aparición de bacterias resistentes a antibióticos en animales y humanos (1). La identificación de terneros enfermos en una etapa temprana puede aumentar la efectividad del tratamiento, reducir el uso de antibióticos y mejorar el bienestar de los animales (2). Actualmente, el diagnóstico de animales enfermos se basa en la observación visual del personal de la granja y es difícil mejorar. El uso de sensores como los acelerómetros podrían ser una buena opción para monitorizar el comportamiento de los animales facilitando identificar los terneros con alto riesgo de padecer una enfermedad (3). El objetivo de este trabajo fue predecir enfermedades en los terneros en la entrada del engorde mediante el uso de acelerómetros para evaluar su comportamiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se instaló un sistema de acelerómetros (ENGS, Israel) en 770 terneros (Edad: 4±1.5 meses) en una granja comercial (Teruel) para estudiar su comportamiento durante los primeros tres meses en la granja. Los acelerómetros miden el número de visitas al comedero, el tiempo de acceso al comedero, el tiempo tumbado, los cambios de postura de pie a tumbado y el número de pasos. Se identificaron los terneros en la llegada y se sometieron a un control sanitario diario. Los datos de los podómetros se obtuvieron a partir del software ECOherd del sistema, y la incidencia de patologías del registro sanitario. Para comparar el comportamiento de los terneros enfermos y sanos (10 días antes y después del diagnóstico de la enfermedad), se usó un diseño de emparejamiento (Matched-pair design) donde se asignaron tres terneros sanos por cada ternero enfermo. Los análisis estadísticos se realizaron mediante un modelo de regresión logística. Se realizó un segundo análisis con el fin de validar la mejor ecuación de predicción escogiendo aleatoriamente el 70% de los datos para generar la ecuación y aplicando esta ecuación en los datos restantes. Todos los análisis estadísticos se realizaron mediante el uso del paquete estadístico SAS (v.9.4; SAS Institute Inc., Cary, NC).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un total de 71 terneros (10%) fueron diagnosticados enfermos. De estos, 37 terneros (52%) recibieron tratamiento frente a enfermedades respiratorias, 7 (10%) recibieron tratamiento frente a problemas digestivos, 3 (4%) presentaron problemas de locomoción y el resto (24%) no mostraron síntomas específicos y recibieron un tratamiento general. Todos los tratamientos, independientemente del tipo de enfermedad, se administraron durante al menos tres días consecutivos post-diagnóstico. La

tasa de mortalidad durante el estudio fue del 1.2% (n= 9).

Terneros enfermos vs sanos. Desde el día -10, los terneros enfermos comenzaron a mostrar diferencias es su comportamiento respecto a los sanos. Los animales enfermos se caracterizaron por estar menos tiempo en el comedero (días: -10, -9, -8, -7, -6, -5, -3, -2, y -1; P<0,05; -4, 0, 2, 3 y 9; P<0,10), y menos tiempo tumbados (días: -10, -7, -6, -5, -4, -2, 0, 1, 2, 3, 4, y 8; P <0,05; -7 y 7; P<0,10) que los sanos. Los terneros enfermos también hicieron menos cambios de postura de pie a tumbados (días: -9, -8, -7, 6, 9 y 10; P<0,05; 4 y 8; P<0,10), menos pasos (días: -2, y 0; P<0,05; -2 y 6; P<0,10) y acudieron menos veces al comedero (días: 2; P<0,05; -2, 3, 5, 6 y 7; P<0,10) en comparación con los terneros sanos. Estos cambios en el comportamiento son importantes porque pueden ayudar a predecir la presencia o no de la enfermedad.

Test de diagnóstico y modelos de predicción. Los modelos de predicción encontrados tenían un valor de área bajo la curva (AUC) >0,70. La ecuación del día -9 tuvo el valor más alto de AUC (0,85). La aplicación de esta ecuación para predecir las enfermedades tiene una sensibilidad del 62%, una especificidad del 85% y una precisión del 81%. Usando esta ecuación entre los terneros diagnosticados enfermos, el 48% de los casos fueron falsos positivos y, entre los terneros diagnosticados como sanos, el 11% de los casos fueron falsos negativos.

Validación. La mejor ecuación de predicción en la primera base de datos (70%) fue para el día -9. Esta ecuación tuvo un 50% de sensibilidad, 78% de especificidad, 73% de precisión, con un 66% de falsos positivos y 13% de falsos negativos. Cuando se aplicó a la base de datos de validación (30% de los terneros enfermos) resultó en un 55% de sensibilidad, un 80% de especificidad, y un 75% de precisión. Los falsos positivos y negativos fueron del 60% y 12%, respectivamente. Los valores del test de diagnóstico encontrados en ambas ecuaciones fueron similares.

Los resultados de este estudio coinciden con los observados en trabajos anteriores (4,5) y nos permiten concluir que el comportamiento en la fase preclínica de las enfermedades es útil para predecir enfermedades en terneros y, por lo tanto, hacer un tratamiento preventivo cuando la efectividad del antibiótico es alta. Sin embargo, la aplicación de estas ecuaciones en condiciones de campo podría estar limitada por el alto porcentaje de falsos positivos encontrados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Catry et al. 2007. University of Ghent, Faculty of Veterinary 1521 Medicine.
2. Schoening et al. 2004. Clin. Microbiol. Infect.11:579-82.
3. Trenel et al. 2009. J. Dairy Sci. 92:3397-3401.
4. Surtherland et al. (2018) J. Dairy Sci. 101:8208-8216.
5. Marchesini et al. 2018. Livest. Sci. 214:225–230.

SITUACIÓN DE LA PARANFISTOMOSIS EN GALICIA Y SU CONSIDERACIÓN COMO ENFERMEDAD EMERGENTE

García-Dios D, Díaz P, Remesar S, Prieto A, López G, López-Novo C, Panadero R, Fernández G, Morrondo P, Díez-Baños P, López CM

La paranfistomosis afecta al ganado vacuno especialmente en zonas húmedas y con temperaturas suaves, que favorecen el desarrollo de hospedadores intermediarios. La localización de las inmaduras en duodeno y de los adultos en los preestómagos se asocia con la patogenia y las mermas productivas resultantes.

En Europa, los paranfistómidos han recibido escasa atención debido a que se consideraban poco frecuentes y raramente patógenos. Sin embargo, en los últimos años han aumentado las denuncias de infección por *Calicophoron daubneyi* en bovinos, y lo mismo sucede con los casos de paranfistomosis clínica, particularmente en jóvenes, de modo que se considera una enfermedad emergente. El principal objetivo de este trabajo consistió en estimar los valores de prevalencia e intensidad de eliminación de huevos de paranfistómidos en ganado vacuno gallego y compararlos con los obtenidos previamente en esta zona.

Se recogieron muestras fecales de 529 bovinos procedentes de 22 granjas de Galicia que no habían recibido tratamiento antihelmíntico en los últimos 6 meses. Posteriormente, las muestras se analizaron mediante sedimentación cuantitativa, con una sensibilidad de 1 huevo por gramo de heces (hpg).

Los resultados obtenidos indican que la infección por paranfistómidos está muy difundida en esta Comunidad, pues en el 77,27% de las granjas había al menos un animal positivo, con una prevalencia intrarrebaño que varió entre el 2,44% y el 100%, con una media del 32,43%. Además, este trematodo es muy prevalente en el ganado vacuno gallego, pues el 24,95% de los animales muestreados eliminaban cifras moderadas de huevos (60,36 hpg). Si comparamos los resultados previos obtenidos en esta zona se observa que la importancia de los paranfistómidos está aumentando de forma progresiva; así, los primeros datos publicados señalaron una prevalencia del 10,1% entre 2001 y 2004 (Díaz et al., 2007), del 12% entre 2007 y 2009 (Arias et al., 2011), 19% en 2008 (González-Warleta et al., 2013) y del 26% en 2010 (Sanchís et al., 2013). Nuestros resultados son similares a los señalados en el último estudio, aunque el porcentaje de granjas positivas fue superior (77,27% vs. 61%), lo que demuestra la amplia difusión del parásito en las granjas gallegas. Algo similar sucede en otros países europeos como Francia, donde Mage et al. (2002) indican un aumento de la prevalencia del 5,2% al 44,7% durante los años 90. También Zintl et al. (2014) en Irlanda detectaron un aumento de los porcentajes de infección del 3-7%, en 2009, al 28% en 2013. Entre las razones que explican estos niveles más altos de infección por paranfistómidos en Europa, se incluyen cambios en las condiciones climáticas, como un incremento de la temperatura media próximo a 0,5° C en los últimos 15 años en Galicia, junto con precipitaciones estables (MeteoGalicia, 2019), que repercuten en periodos de actividad más prolongados del hospedador intermediario, *Galba truncatula*, y favorecen el ciclo externo del trematodo (Fox et al., 2011). También se asocia con un diagnóstico más detallado, evitando que la similitud de los huevos de paranfistómidos y de *Fasciola hepatica* induzca a errores de identificación. Además, los antihelmínticos utilizados en las desparasitaciones rutinarias del vacuno, como los bencimidazoles o las lactonas macrocíclicas, tienen escasa eficacia contra los paranfistómidos (Arias et al., 2013; Rolfe y Boray, 1993), por lo que no repercuten en la eliminación de huevos. Aunque la oxiclozanida se considera el tratamiento de elección, también se han obtenido resultados positivos utilizando closantel vía oral (Arias et al., 2013); la desparasitación debe combinarse con un correcto manejo de animales en los pastos, evitando el acceso a zonas en las que el hospedador intermediario esté presente. En este sentido, nuestros datos señalan que en las granjas con vacas que salen al pasto la prevalencia individual (40,6%) superó a aquellas en las que no pastan habitualmente (5,51%). Es claro que el acceso al pasto favorece el contacto parásito-hospedador y con ello la infección, pero los animales estabulados pueden infectarse con las metacercarias presentes

en hierba fresca o en heno o silo mal conservados.

Los resultados señalan que la paranfistomosis bovina es una parasitosis emergente en Galicia cuya presencia deberá monitorizarse periódicamente mediante un diagnóstico correcto, y que se debe controlar adecuadamente para minimizar su impacto en la zona y evitar el aumento progresivo detectado en los últimos años.

BIBLIOGRAFÍA

- Arias, M. et al. (2011). Vet Rec, 168, 408.
- Arias, M. et al. (2013). Vet Parasitol, 197, 126–129.
- Díaz, P. et al. (2007). Parasitol Res, 101, 339–342. Fox, N. et al. (2011). Plos One, 6, e16126.
- González-Warleta, M. et al. (2013). Vet Parasitol, 191, 252–263.
- Mage, C. et al. (2002). Vet Res, 33, 439–447.
- MeteoGalicia (2019).
- Rolfe, P. y Boray, J. (1997) Aust Vet J, 70, 265-266 Sanchís, J. et al. (2013). Vet Parasitol, 191, 165–171.
- Zintl, A. et al. (2014). Vet Parasitol, 204, 199–208.

REPRODUCCIÓN

TRATAMIENTOS ALTERNATIVOS DE VACAS ANÉSTRICAS EN PASTOREO. UN ESTUDIO PILOTO

Rojas E, Sánchez JM , Gobikrushanth M, Fernández P, Kenneally P, Lonergan P, Butler ST

The objective of the present study was to assess the effects on ovulation and reproductive performance of a single injection of either GnRH or hCG applied 9 days before the start of the seasonal breeding period in anovulatory anoestrus cows compared with a 7-day progesterone-Ovsynch protocol. The study was conducted on four grass-based seasonal calving dairy herds in Ireland. The total number of cows in the herds was 2112, of which 488 were

diagnosed as anoestrus based on absence of behavioural oestrus during a 30 day period. Ovarian structures and the uterus were examined by transrectal ultrasound on all 488 presumptive anestrus cows 9 days before mating start date (MSD). The number of corpora lutea (CL), number of large follicles (> or = 10 mm) and uterine reproductive tract score were recorded. Only cows that had no CL, ultrasound reproductive tract score greater or equal than 2 and were 30 days in milk (DIM) were enrolled in the study (n = 214). Cows were blocked by parity, DIM and body condition score and randomlyassigned to one of four treatments: i.m. injection of gonadotropin releasing hormone analogue [GnRH; (n = 57)],

i.m. injection of human chorionic gonadotropin [hCG; (n = 48)], 7-day Progesterone-Ovsynch protocol [P4OV; (n = 60)] and Control (no hormonal intervention, n = 49). A second ultrasound examination was performed 7 days after treatment to determine ovulatory response. There was a treatment effect on ovulation rate (P < 0.0001), whereby Control cows had a lesser ovulation rate compared with GnRH-, hCG- and P4OV-treated cows. Submission rate during the first 21 days of the breeding period [SR21; (P = 0.74)], pregnant to first service [P/AI1; (P = 0.24)], pregnant within 42 days after the onset of breeding [P42; (P = 0.73)], and pregnant within 84 days after the onset of breeding were not affected by treatment. A tendency was observed (P = 0.07) for greater likelihood of pregnancy within 21 days after the onset of breeding (P21) for P4OV and Control cows compared with GnRH- and hCG-treated cows. GnRH- and hCG-treated cows tended (P = 0.10) to have greater P/AI1 when first service events occurred after day 21 of the breeding period compared with Control cows. P4OV cows had shorter MSD to first service interval (P = 0.0001) and shorter MSD to conception interval (P = 0.02) compared with Control, GnRH- and hCG-treated cows. In conclusion, treatment of anestrous cows with GnRH or hCG resulted in an increase in ovulation rate compared with untreated Control cows, but did not improve reproductive performance during the first 21 days of the breeding season. The best reproductive performance results were obtained with the P4OV treatment, but this treatment has the greatest cost, and has the greatest number of interventions. The observation of good P/AI1 in hCG- and GnRH- treated cows when the first insemination occurred later than day 21 after MSD warrants further investigation and suggests that these interventions should be applied earlier than 9 days before the farm MSD.

DESEMPEÑO REPRODUCTIVO Y PERMANENCIA EN EL RODEO DE VACAS LECHERAS QUE SUFREN PÉRDIDA DE PREÑEZ

Wijma R, Stangaferro ML, Giordano JO

Nuestro objetivo fue evaluar el desempeño reproductivo y la dinámica de descartes en vacas lecheras de alta producción que perdieron la preñez luego de un diagnóstico de gestación positivo. Se colectaron los registros individuales [fechas de inseminación artificial (IA), resultados de la IA y fecha de venta o muerte] de cinco granjas comerciales. Solo se incluyeron aquellas vacas con una fecha de parto anterior a 400 días respecto a la fecha de colecta. En todas las granjas las vacas pudieron recibir IA después de la detección de celo o a tiempo fijo. El diagnóstico de gestación se realizó mediante ultrasonografía transrectal o palpación transrectal 32 ± 3 (n = 3 granjas) o 39 ± 3 días (n = 2 granjas) después de la IA. Aquellas vacas diagnosticadas como preñadas fueron re examinadas 63 ± 3 (n = 1 granja), 90 ± 3 (n = 3 granjas) o 100 ± 3 días (n = 1 granjas) después de la IA. Aquellas vacas con al menos un evento de pérdida de preñez (**PP**) registrado (detectada en celo o diagnosticada como no preñada después de haber sido diagnosticada como preñada previamente) se incluyeron en el grupo PP (**GPP**; n = 893). Aquellas vacas sin ningún evento de PP registrado se incluyeron en el grupo no PP (**GNoPP**; n = 7856). La preñez por evento de IA (**P/IA**) y las PP se calcularon para aquellas IA precedidas (n = 627) o no (n = 14619) por un evento de PP. Las variables binomiales se analizaron utilizando regresión logística y el tiempo a los eventos (preñez y muerte o venta) mediante riesgos proporcionales de Cox, todos los modelos incluyeron grupo y número de partos (primíparas vs. multíparas) como efectos fijos y la granja como efecto aleatorio. Solo aquellas vacas que completaron los 150 días de preñez fueron consideradas como preñadas para el análisis de tiempo a la preñez y P/IA. El riesgo de preñez fue mayor (P <0,001) para las vacas primíparas frente a las multíparas (HR=1,3; 95%IC = 1,2 – 1,4). Las vacas en el grupo GNoPP tuvieron un mayor riesgo (P <0,001) de preñarse antes de los 400 días en leche (**DEL**) que las vacas en el GPP (HR = 4,2; 95% IC = 3,8 – 4,6) La mediana de días a la preñez fue de 114 y 324 días para el grupo GPP y GNoPP, respectivamente. La proporción de vacas preñadas a los 400 DEL fue mayor (P <0,001) en el grupo GNoPP (72,3%) que en el grupo GPP (47,6%) y en las primíparas (79,5%) mayor (P <0,001) que las multíparas (64,3%). Las IA que fueron prece-

didas por un evento de PP resultaron en una mayor (P <0,001) P/AI (35,6%) que aquellas que no (29,1%). Sin embargo, más vacas (P <0,001) sufrieron PP cuando la IA fue precedida por una PP (21,9%) que cuando no (11,6%). El riesgo de abandonar la granja antes de los 400 DEL tendió (P = 0.08) a ser mayor para aquellas vacas que sufrieron al menos un evento de PP (HR=1,1; 95%IC = 0,9 – 1,2). A su vez una mayor (P <0,001) proporción de vacas abandonó el rodeo antes de los 400 DEL en el grupo GPP (39,5%) que en el GNoPP (30,9%). En conclusión, aquellas vacas que sufrieron al menos un evento de PP tuvieron un atraso en el tiempo a la preñez y una mayor probabilidad de abandonar el rodeo. A su vez, la P/IA fue mayor en aquellas IA que fueron precedidas por una PP, pero también tuvieron más PP. *Financiado por USDA NIFA Multistate project NYC-127813.*

MANEJO

MEJORA DE LA RECRÍA TRAS LA IMPLANTACIÓN DE PROTOCOLOS DE MONITORIZACIÓN EN GRANJAS COMERCIALES

Barrientos E, Ruiz-De Genova D

INTRODUCCIÓN

La monitorización de la fase de recría permite optimizar el crecimiento, la transición de ingesta de alimento líquido a sólido, reducir la incidencia de distintas patologías asociadas a las fases iniciales de crecimiento de las novillas (procesos respiratorios o digestivos) asegurando el retorno de la inversión y minimizando el uso de recursos (Bach y Ahedo, 2008).

La fase de recría es crítica en la ganadería de vacuno de leche ya que asegura la correcta reposición de la ganadería y establecerá las bases de la evolución de la ganadería en los próximos años.

Para monitorizar el desarrollo de las novillas podemos evaluar diferentes parámetros tales como Peso, Altura o Condición Corporal.

Obviamente, la mejor manera de tomar datos de pesos en animales de diferentes edades es utilizando una báscula, pero las ganaderías son muy heterogéneas y es muy difícil plantearse utilizarla de manera rutinaria.

Otra opción, es la medición del diámetro torácico, que según algunos estudios (Dingwell y col., 2006; Heinrich y col., 2007) parece lograr una buena concordancia con el peso vivo obtenido en báscula. Y el análisis combinado de peso y altura, nos da una información mucho más exacta de la conformación de los animales o del índice de masa corporal que deben tener a lo largo de su desarrollo.

Dentro del programa de eficiencia llevado a cabo en las ganaderías de vacuno de leche de la Cooperativa Ganadera del Valle de los Pedroches (COVAP se desarrolló el proyecto:

"Monitorización del crecimiento de novillas desde el nacimiento hasta la cubrición", basado en el último método descrito.

El objetivo principal del proyecto, fue establecer un protocolo de manejo en los dos primeros meses de vida, con el fin de optimizar el crecimiento de los animales en base a los resultados de la monitorización de las novillas (peso y altura).

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en 20 ganaderías de alta producción, situadas en el Valle de Los Pedroches, con diferentes censos de animales. Las ganaderías eran heterogéneas en cuanto a lotedo por edad, estado reproductivo y alimentación, albergando un número total de terneras de diferentes edades y un total de 17.000 mediciones, en el periodo comprendido entre el año 2016 hasta 2018.

En todas se realizó la monitorización del crecimiento de las novillas, en sus diferentes etapas de crecimiento hasta la pubertad, determinando el peso de los animales y la altura a la cruz. La estimación del peso se determinó mediante el uso de una cinta métrica (ANImeter), que correlaciona el perímetro de la cavidad torácica por detrás del miembro anterior hacia la cruz, con el peso vivo del animal. La altura a la cruz se estimó mediante el uso de un pie de rey.

Las mediciones de los animales se realizaron, mensualmente tras la toma de la mañana, en el mismo horario y por la misma persona.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con la implantación de los protocolos de manejo dentro de la rutina diaria de las ganaderías, se obtuvo una mejora en la GMD de las terneras en los 2 primeros meses de vida de 200g/día, pasando de 500g/día en el año 2016 a 700g/día en el año 2018, llegando a alcanzar hasta 1000g/día en algunas de ellas.

AÑO	GMD media (kg)	DS de GMD	Cantidad animales
2016	0,5245	0,2875	404
2017	0,6377	0,2544	397
2018	0,7067	0,2548	387

A destacar la importancia, no sólo de la GMD, sino también de altura para valorar correctamente los resultados de desarrollo corporal.

Promedio de peso (kg)
Promedio de altura (cm)

AÑOS/ DÍAS	20-39	40-59	60-79	20-39	40-59	60-79
2016	57,467	67,374	87,623	82,959	86,013	91,916
2017	58,259	70,976	86,978	83,046	86,294	91,005
2018	61,759	75,633	93,222	84,278	87,473	92,301

Datos del estudio muestran que en una granja, se conseguía buenas GMD, pero alturas no deseadas. La causa estaba relacionada con una mala alimentación, que derivó en engrasamiento del animal y no en el crecimiento esperado.

Basándonos en los resultados en la ganancia media diaria (GMD) y en la altura a la cruz, obtenido durante los años del estudio, se detectaron una serie de factores que favorecían el crecimiento óptimo de las novillas, tales como:

Calostro, 10% de peso vivo con mayor de 50 g/l de IG en las 6 primeras hora de vida reduce incidencias de procesos digestivos y mejora la inmunidad. El calostro es la prioridad número uno para el ternero cuando nace. (Elizondo 2009).

Encamado confortable y seco unido al uso de mantas desde el nacimiento hasta los 70 días de edad mejora la salud respiratoria.

Lactoreemplazantes, con composición adecuada a cada etapa: Primera etapa (0-30días) basado en leche desnatada en polvo. Segunda etapa (30-60días) basado en suero de leche. Muy importante un manejo adecuado de temperatura de disolución.

CONCLUSIONES

La implantación de un protocolo de manejo, evita variaciones no deseadas en la rutina con la consecuente pérdida de eficiencia que éstas pueden acarrear, incrementando un 40% la GMD en los dos primeros años del estudio.

La monitorización de la medición de terneras, es esencial para la toma de decisiones y avanzar en la optimización de los factores que afectan al crecimiento de la novilla en las fases iniciales de su vida.

Según nuestro estudio, establecer un protocolo de medición a los 60, 120, 240 y 390 días, así como contar un número aproximado de 8 terneras en cada fase sería suficiente para valorar la curva de crecimientos.

Es necesario relacionar peso con altura, para establecer una curva de crecimiento, con crecimientos estándares óptimos, que permita a la novilla desarrollar todo su potencial genético, a la vez que maximizar su vida productiva y longevidad

BIBLIOGRAFÍA

- Bach, A. and Ahedo, J. (2008) Record Keeping and Economics of Dairy Heifers. Veterinary Clinics of North America Food Animal Practice, 24, 117-138.
- Dingwell, R.T., Wallace, M.M., McLaren, L.C.F. & Leslie, K.K.E., (2006). An evaluation of two indirect methods of estimating body weight in Holstein calves and heifers. J. Dairy Sci. 89, 3992-3998.
- Heinrich, A. 2007 Objective measurement in the Australian Prime Lamb Industry.
- Elizondo-Salazar JA,Heinrichs AJ (2009). Feeding heat-treated colostrum to neonatal dairy heifers: effects on growth characteristics and blood parameters. J Dairy Sci. 92(7):3265-3273.
- Heinrinchs, J. and Coleen, M.J. Pennstate University (2015). Customized Dairy Heifer Growth Chart.

EFECTO DE LA BIOMASA FORESTAL COMO MATERIAL DE CAMA COMPOSTADA SOBRE EL COMPORTAMIENTO EN VACAS DE LECHE

Llonch L, Castillejos L, Mainau E, Manteca X, Ferret A

INTRODUCCIÓN

La cama compostada se ha introducido recientemente como sistema de estabulación del vacuno lechero, y aunque la evidencia científica es limitada, con un manejo adecuado, puede ser una buena alternativa a sistemas tradicionales, pudiendo mejorar el bienestar y facilitando el manejo del estiércol[1]. El tiempo de descanso se utiliza como indicador de bienestar y productividad. Las vacas lecheras deberían pasar 12-14 h/d tumbadas, siendo las características del material de la cama fundamentales. El material comúnmente utilizado en la cama compostada es el serrín, aunque la biomasa forestal, por su composición y capacidad de hidratación, podría ser un material con gran potencial. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la biomasa forestal en substitución del serrín como material de la cama compostada sobre el bienestar en vacas lecheras.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en las granjas experimentales de la UAB entre Octubre 2016 y Marzo 2017. Ocho vacas Holstein secas no preñadas fueron alojadas individualmente en corrales de 12,5 m^2, y distribuidas al azar con diseño cross-over de 4 animales/tratamiento, y 2 periodos de 11 semanas (P1 y P2), con 4 semanas de descanso. Los tratamientos fueron: 1) Cama Compostada de Serrín (CC-S); 2) Cama Compostada de Biomasa Forestal (CC-BF). Al inicio de cada periodo, los corrales se llenaron con 30 cm de material nuevo. El volteo de la cama se hizo a 30 cm de profundidad con un motocultor dos veces/día. Cuando la humedad de la cama superaba el 60%, se añadían 0,8 kg/m^2/d de material nuevo. Los muestreos se realizaron la última semana de cada periodo. De la cama compostada se muestreó diariamente la temperatura, con un termómetro-sonda, y se recogieron muestras un día de la semana para determinar la humedad, secándolas a 103°C durante 24 h. Se registró el comportamiento de los animales durante dos días mediante cámaras de videograbación. Se observaron 8 h/d. En la observación continua se evaluaron los tiempos necesarios para tumbarse y levantarse, y en la observación en intervalos se evaluaron postura y actividad. Los resultados se analizaron mediante el procedimiento MIXED y GLIMMIX del SAS.

RESULTADOS

Tabla 1. Efecto de los materiales sobre la temperatura y humedad de la cama compostada.

	CC-BF		CC-S		EEM*		*P-valor*	
	P1	P2	P1	P2		T	P	TxP
Temperatura (°C)	21,4	27,2	29,8	34,5	1,04	<,0001	0,0003	0,6410
Humedad (%)	69,6	63,1	64,3	62,9	0,69	0,0183	<,0001	0,0003
*Error Estándar de la Media								

Tabla 2. Efecto de los materiales sobre el comportamiento de las vacas.

			TRATAMIENTOS				EEM*		*P-valor*	
			CC-BF		CC-S					
			P1	P2	P1	P2		T	P	TxP
Continua	Tiempo necesario para (segundos, s):	Tumbarse	5,14	4,52	1,090	0,133	0,667	0,993	0,0003	0,6410
		Levantarse	2,77	2,82	1,102	0,867	0,568	0,715	<,0001	0,0003
En intervalos	Postura (% tiempo)	Tumbada	64,5	64,1	4,63	0,945	0,369	0,312		
		Levantada	35,5	35,9	4,63	0,945	0,369	0,312		
	Actividades (% tiempo)	Comer	10,5	12,8	1,57	0,150	0,022	0,679		
		Beber	1,28	1,47	0,570	0,738	0,070	0,902		
		Rumiar	28,7	30,7	1,96	0,313	0,095	0,252		
		Allogrooming	1,64	1,28	2,078	0,739	0,580	0,980		
		Selfgrooming	0,91	0,75	1,316	0,481	0,377	0,323		
		Ninguna	57,6	53,8	2,53	0,141	0,024	0,480		

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La temperatura fue menor en CC-BF que CC-S (24,3°C vs. 32,2°C), y en P1 que P2 (25,5°C vs. 30,9°C). La humedad fue mayor en CC-FB del P1 que en el resto de combinaciones. Estos resultados (Tabla 1) sugieren que la biomasa forestal no es tan absorbente como el serrín para controlar la temperatura y humedad de la cama compostada.

El tiempo necesario para tumbarse y levantarse fue similar entre tratamientos (Tabla 2), sugiriendo que ningún material fue menos confortable. La cama compostada ofrece una superfi-

cie de descanso blanda que permite a los animales tumbarse y levantarse sin aparente incomodidad[3]. El tiempo dedicado a descansar diariamente (postura tumbada) también fue similar entre tratamientos (Tabla 2), representando 15,2 h/d de media, tiempo superior a las 12-14 h/d mínimas recomendadas por muchos autores y, a las 13,1±1,8 h/d registradas previamente en la cama compostada[2]. El comportamiento de alimentación (comer, beber, rumiar) no evidenció diferencias entre tratamientos, pero sí entre periodos. La actividad comer fue mayor en P1, donde la temperatura ambiental media de la semana de muestreo fue menor (9,1±2,1°C) que la del P2 (13,2±1,5°C), sugiriendo un aumento de los procesos de digestión para aumentar el calor basal de los animales.

La utilización de biomasa forestal como material alternativo para la cama compostada en vacuno lechero permite el desarrollo óptimo del comportamiento de las vacas, al igual que el serrín. Las diferencias entre ambos materiales dependerán de factores como la eficiencia de compostaje, sanidad, sostenibilidad, precio y/o disponibilidad del producto.

REFERENCIAS

1. Barberg, A.E., Endres, M.I., Salfer, J.A., Reneau, J.K. 2007. Journal of Dairy Science. 90:1575-1583.
2. Eckelkamp, E.A., Gravatte, C.N., Coombs, C.O., Bewley, J.M. 2014. Journal of Dairy Science. 30:109-113.
3. Endres, M.I., Barberg, A.E. 2007. Journal of Dairy Science. 90:4192-4200.

CEBO

EL IBR EN EL CEBO DE TERNEROS. CASO PRÁCTICO DEL IMPACTO EN TERNEROS PARA EXPORTACIÓN

Blasco JL, Manero C, Carande JM, Elvira L

INTRODUCCIÓN

La exportación de terneros de cebo a países terceros es una práctica comercial de gran repercusión económica en el mercado vacuno español, con gran impacto a la hora de compensar el paulatino descenso del consumo interno (Asoprovac, 2018). Los países a los que exportamos establecen acuerdos de exportación en los que se incluyen distintos requisitos entre los que se incluyen numerosos de índole sanitaria. Así, países como Turquía exigen para la importación de animales vivos un programa de control de EEB, ser libre de lengua azul en los últimos 24m o un determinado estatus y/o vacunación frente a IBR y BVD. Y es que cada día más la sanidad supone una clave fundamental.

El virus de la Rinotraqueítis Infecciosa Bovina (IBR) es uno de los requisitos incluidos en algunos de estos países importadores. Este virus da lugar a un cuadro respiratorio y es uno de los involucrados en el Síndrome Respiratorio Bovino (SRB). El SRB es sin duda la principal patología que afecta al vacuno de cebo, causando graves pérdidas económicas derivadas de los tratamientos, bajas, crónicos, etc. Y en el caso del IBR, a este coste sanitario se le suma la potencial limitación comercial a la exportación.

Cuando los terneros, tras su cebo, tengan como destino final su exportación a terceros países como Marruecos o Turquía, será necesario realizar un chequeo serológico que demuestre que son libres de IBR, es decir, negativos a ELISA IBR gB (no vacunados frente al IBR), o negativos a ELISA IBR gE (vacunados con vacuna marcada de IBR). Además, según el país los terneros deberán ser vacunados específicamente con vacuna marcada inactivada y/o viva frente al IBR. Cuando un lote o grupo de terneros resulta positivo, no será válido para su exportación, por lo que al impacto económico derivado de la enfermedad respiratoria, se le sumará un verdadero problema económico, logístico y comercial.

DESCRIPCIÓN DEL CASO CLÍNICO

En el caso que nos ocupa, se trató de una explotación de 5000 plazas cuya principal actividad es el cebo de terneros pasteros de origen nacional para exportación. El lote afectado, contaba con 511 terneros que iban a ser exportados a Turquía para lo que fueron vacunados con la vacuna marcada Bovilis IBR Marker Viva 25 días previo al muestreo serológico requerido para su exportación, no habiendo sido vacunados a la entrada por decisión del propietario. El problema se produjo cuando los resultados del ELISA IBR gE realizado detectaron 489 terneros positivos (95,69%) y sólo 22 negativos (4,31%).

En este momento el veterinario abrió farmacovigilancia del caso ante la sospecha de que hubiese sido un posible fallo de la vacuna marcada. Sin embargo, tras el estudio epidemiológico del caso evidenciamos:

Los terneros no habían sido vacunados frente al IBR tras su recepción en el cebadero sino alrededor de 1,5 meses después de la entrada, una vez decidido el destino de exportación por lo que el virus campo pudo circular previamente en el lote.

El historial de tratamientos de los animales del lote durante el primer mes de la entrada fue superior al habitual, alrededor del 40% de terneros tratados con signos compatibles con SRB (tos, fiebre, apatía, pérdida de peso y secreciones nasales). Los animales se trataron siguiendo el protocolo habitual del cebadero, pero hubo numerosas recaídas y mayor mortalidad de lo habitual, alcanzando casi un 10%.

Las serologías realizadas frente a IBR en animales de distintos lotes: recién llegados, positivos y negativos en las analíticas oficiales del lote afectado y animales de otros lotes que habían entrado a la explotación en fechas similares a los del lote afectado: detectándose circulación de virus campo especialmente en el lote afectado.

Quedó por todo ello de manifiesto que la seropositividad de los animales no se debió a la vacunación, sino a la circulación del virus campo en el lote, mucho antes de la vacunación con la vacuna marcada.

A partir de este momento se decidió llevar a cabo un protocolo sanitario completo tras la recepción que incluyera la vacuna de IBR marcado; así como un plan de limpieza y desinfección de los parques. Posteriormente, las analíticas de monitorización del estatus del IBR en los lotes de la explotación, con muestreo de 50 animales de los nuevos lotes recibidos, y vacunados a la entrada con la vacuna marcadora Bovilis IBR Marker Viva, detectándose sólo un 8% de animales positivos a ELISA IBR gE.

CONCLUSIONES

En conclusión, incluir la vacuna de IBR marcado en el plan vacunal de entrada del cebadero es muy recomendable, a fin de minimizar la circulación de IBR en la entrada, y con ello el impacto negativo del SRB, así como para minimizar la seroconversión de terneros al virus campo previo a la vacunación. De modo que posteriormente, podamos revacunar frente al IBR previo a la exportación siguiendo los requisitos específicos de cada país de destino.

EVALUANDO LA CIRCULACIÓN DEL VIRUS BVD SOBRE EL SÍNDROME RESPIRATORIO BOVINO (SRB) EN TERNEROS PASTEROS DE UN CEBADERO INDUSTRIAL

Gutierrez JM, Martín D, Casado AB, Gómez L, García R, González JV, Elvira L

INTRODUCCIÓN

El virus de la diarrea vírica bovina, más conocido como BVD, es un virus de gran importancia económica en las explotaciones de vacas reproductoras donde puede causar: infertilidad, abortos, malformaciones fetales o el nacimiento de terneros persistentemente infectados (PI). Motivo por el cual se recomienda la vacunación del vacuno reproductor frente al BVD a fin de evitar el impacto económico de la enfermedad.

El SRB constituye sin duda la principal enfermedad en los terneros pasteros de cebo y se produce como resultado del conjunto de factores ambientales, infecciosos y del animal. El papel del virus BVD en el cebo, y muy especialmente en relación con el SRB, está ampliamente discutido. De hecho, distintos estudios arrojan resultados contradictorios (Loneragan y col., 2005; Booker y col., 2008; Larson, 2015). La principal fuente de entrada del virus en el cebadero son los terneros PI nacidos de madres infectadas durante el primer trimestre de gestación; siendo el efecto indirecto inmunosupresor la principal consecuencia según diversos estudios (Ridpath 2004; Chase y col., 2010). Otro punto reseñable es la gran velocidad de transmisión del virus BVD, menos de una hora de contacto con un animal PI (Traven y col., 1991). Por este motivo, vacunar a la llegada al cebadero tendrá muy dudosa eficacia (llegaremos tarde) y en EE.UU. se extendió la estrategia basada en la detección y eliminación de PIs de forma temprana tras la recepción.

En el presente estudio hemos tratado de valorar la influencia de la circulación del BVD en lotes de terneros pasteros no vacunados frente al BVD a la entrada, comparando la morbilidad/mortalidad entre los lotes con y sin circulación de BVD.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en un cebadero industrial de pasteros de la zona centro de España con una capacidad de mil plazas a lo largo de un año natural completo. El plan vacunal de entrada incluía virus respiratorios (VRS; PI-3, IBR) y *Manheimia haemolytica* (Bovipast + Bovilis IBR Marker viva) y vacuna policlostricial (Polibascol 10). Además, de desparasitación con ivermectina (Tizoval) y tratamiento metafiláctico al ser lotes de alto riesgo con un macrólido (tildipirosina, Zuprevo).

De cada lote se tomó una muestra de suero del 10-15% de los terneros una vez transcurridos un mínimo de 30 días de estancia. Las muestras se remitieron para el análisis de anticuerpos p80 frente a BVD (Idexx BVD anticuerpos p80). En caso de que la seropositividad superara el 40% asumimos que el lote tenía alto riesgo de haber padecido circulación del virus BVD. Por otro lado, se registraron tanto los tratamientos individuales como las bajas; realizándose la necropsia para llegar al diagnóstico de la causa última de la muerte.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el estudio se incluyeron un total de trece entradas en que se recibieron 1.286 animales. A nivel global los datos sanitarios fueron muy buenos; con sólo 12 bajas (0,93%), siendo la principal causa el timpanismo (41,6%), seguida del respiratorio (25%). Respecto a la morbilidad un 30,2% de los terneros necesitaron tratamiento; y sólo un 5,2% recibió un segundo tratamiento.

De los trece lotes analizados, en cinco de ellos (38,5%) que incluían un total de 570 terneros, establecimos que se había producido circulación del virus BVD en base a los resultados serológicos (40-100% sueros positivos en lotes con circulación vs 0-14% de sueros positivos en lotes sin circulación). Los resultados de los terneros procedentes de lotes con o sin circulación de BVD ponen en evidencia la ausencia de diferencias importantes a nivel sanitario. El análisis detallado de los distintos lotes nos permitió evidenciar la escasa repercusión del esperado descenso de inmunidad asociado al virus sobre los resultados de los distintos lotes (ver tabla 1).

Los resultados concuerdan con los publicados por Taylor y col. (2010) que estimaba entre un 0,2-0,4% de terneros PI a la entrada del cebadero, y una ligera mayor mortalidad debido a que entre el 25,6-61,5% de los PI mueren durante el cebo, muchos de ellos de neumonía. En nuestro estudio, si estimamos la presencia de un PI por cada uno de los 5 corrales que seroconvierten, el porcentaje de PIs sería del 0,4%. Así mismo, la mayor mortalidad esperada debida a los propios terneros PI en el estudio de Taylor y col. (2010), explicaría el ligero incremento de mortalidad en estos lotes, coincidiendo con las cifras dadas por Taylor y col (2010). Por lo que sería interesante muestrear los terneros muertos en futuros estudios para determinar si se trata o no de terneros PI.

En conclusión, en base a los resultados del presente estudio el BVD no parece ser un virus de especial relevancia sobre los resultados sanitarios de los terneros pasteros de cebo; siendo en todo caso el mayor riesgo de mortalidad de los propios terneros PI el factor que puede penalizar ligeramente los datos sanitarios (vacunemos o no a estos terneros PI).

Tabla 1. Resultados por lote de terneros con y sin circulación de BVD

ID lote	**N Terneros**	**Circulación BVD**	Mortalidad SRB	Mortalidad Timpanismo	Mortalidad Otro	Mortalidad (n y %)		Morbilidad (%)
1	82	**NO**	1 Crónico			1	1,20%	30,5
2	140	**SÍ**	2 Crónico	1	1 diarrea	4	2,90%	33,6
3	30	**SÍ**				0	0	44,6
4	77	**NO**				0	0	45,5
5	72	**NO**				0	0	13,9
6	150	**SÍ**				0	0	38,7
7	73	**NO**		1		1	1,40%	9,6
8	76	**NO**				0	0	10,5
9	120	**NO**		1	1 SNC	2	1,70%	40,8
10	139	**NO**		1		1	0,70%	40,3
11	76	**SÍ**		1		1	1,30%	14,5
12	74	**SÍ**			1 diarrea	1	1,30%	8,1
13	77	**NO**			1 ¿?	1	1,30%	24,7
Total	**1286**	**5/13 lotes**	**3**	**5**	**4**	**12**	**0,91%**	**30,2**

BIBLIOGRAFÍA

- Loneragan GH, Thomson DU, Montgomery DL (2005) Prevalence, outcome, and health consequences associated with bovine viral diarrhea virus in feedlot cattle. J Am Vet Med Assoc, 226: 595–601.
- Booker C.W., Abutarbush S.M., Morley P.S. (2008) The ef-

fect of bovine viral diarrhea virus infections on health and performance of feedlot cattle. Can Vet J, 49: 253–60.

- Ridpath J.F. (2010) The contribution of infections with bovine viral diarrhea viruses to bovine respiratory disease. Vet Clin North Am Food Anim Pract;26:335–48.
- Chase C.C., Elmowalid G., Yousif A.A. (2004) The immune response to bovine viral diarrhea virus: a constantly changing picture. Vet Clin North Am Food Anim Pract, 20(1): 95–114.
- Traven M, Alenius S, Fossum C (1991) Primary bovine viral diarrhoea virus infection in calves following direct contact with a persistently viraemic calf. Zentralbl Veterinarmed B, 8: 453–62.
- Taylor JD, Fulton RW, Lehenbauer TW, Step DL, Confer AW (2010) The epidemiology of bovine respiratory disease: What is the evidence for predisposing factors? Can Vet J, 51:1095-1102.

SANIDAD

PUNTOS DE CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN BACTERIANA DEL MATERIAL UTILIZADO PARA FABRICAR Y ALIMENTAR TERNERAS CON LECHE EN POLVO

Tejero C, Victoria JJ, Elvira L

INTRODUCCIÓN

Las diarreas neonatales continúan siendo el mayor problema de salud durante el primer mes de vida de las terneras. De hecho, estudios recientes apuntan a valores de prevalencia/ incidencia en terneras de recría de leche del 19,1 y 21,2%, respectivamente (Windeyer y col, 2014; Bartels y col, 2010). La enteritis es la causa más frecuente de mortalidad en terneras menores de 30 días suponiendo un 4,9%, y alcanzándose el pico máximo de mortalidad durante la segunda semana de vida (Windeyer et al., 2014; Svensson et al., 2006).

Cuando se analizan los factores de riesgo asociados con la aparición de diarreas neonatales frecuentemente nos encontramos ante una combinación de distintos factores, entre los que se incluyen agentes infecciosos, estatus inmunitario de las terneras, factores ambientales, de manejo y nutricionales.

Dentro de los factores de manejo nutricionales normalmente se considera que la leche en polvo presenta un bajo riesgo de contaminación bacteriana, al contrario que cuando se alimenta con leche de descarte sin pasteurizar, donde el riesgo de contaminación por agentes infecciosos es mayor (Jamaludidin *et al*., 1996, Gooden et al., 2005).

Sin embargo, cuando no se lleva a cabo un adecuado manejo durante todo el proceso de almacenamiento, preparación y administración de la leche; o bien no se cuenta con protocolos adecuados de limpieza y desinfección de los materiales utilizados para alimentar a las terneras, es posible que se produzca una contaminación de la leche *a posteriori,* tal y como ha sido previamente descrito (McGuirk, 2008, Aust *et al.,* 2012).

Por tanto, el objetivo del presente estudio fue determinar la presencia o no de problemas de contaminación en la leche en polvo, y en su caso, establecer la posible repercusión sobre la aparición de procesos entéricos

MATERIAL Y MÉTODOS

Para ello seleccionamos siete granjas que alimentasen con leche en polvo y tuvieran problemas de diarreas neonatales (incidencia >15%) en los que muestreamos tanto el cubo/biberón ya preparados para alimentar a las terneras, como muestras en los distintos puntos del proceso de fabricación, a fin de detectar los posibles focos de contaminación. Finalmente, en dos granjas se muestrearon seis cubos/ biberones para determinar si una única muestra era suficiente para detectar problemas de contaminación o era necesario tomar más de una muestra.

Todas las muestras se tomaron en recipientes estériles a los que se añadió azidiol, y se enviaron refrigeradas al Laboratorio Interprofesional de Cataluña (ALLIC) para realizar el Recuento de Coliformes a 30ºC: PNTE/ALLIC/103 Método interno basado en el protocolo 3M™ Petrifilm™ Coliform Count Plate protocol 34-8705-6227-8

Recuento de microorganismos aerobios a 30ºC: procedimiento PNTE/ALLIC/17 Método interno basado en la norma ISO 4833. Solamente el crecimiento de coliformes lactosa- positivo se ha reportado como evidencia de procedimientos de limpieza y desinfección inadecuados (McGuirk, 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las siete granjas evaluadas, en todas detectamos recuentos por encima del objetivo de aerobios mesófilos en el cubo/ biberón con que se alimentaba a las terneras (ver tabla 1). Sin embargo, la contaminación fue menor, especialmente en el recuento de coliformes, a lo esperado en base a los estudios previos ya que sólo dos granjas tuvieron recuentos

>$1{,}0x10^{1}$. McGuirk (2006) observó un rango de recuentos de aerobios mesófilos (1.500 -

>15.000.000 UFC/ml) y coliformes (0 - > 15.000.000 UFC/ml) en leche en polvo y de vaca sin pasteurizar; mientras que Aust *et al.* (2012) observaron un rango de mesófilos ($1{,}3x10^{2}$-$2{,}6x10^{5}$ UFC/ml) y coliformes ($8{,}7x10^{1}$-$6{,}9x10^{4}$ UFC/ml) en leche de vaca pasteurizada. Lo que confirma que es más seguro bacteriológicamente utilizar leche en polvo que leche de vaca (descarte, no pasteurizada, pasteurizada).

El análisis de los resultados del muestreo en distintos puntos (recipiente final, intermedio, mezcla inicial) permitió identificar distintos puntos de contaminación en cada explotación y establecer recomendaciones específicas en base a ello (ver tabla 2).

Los resultados del muestreo múltiple *vs* único en cubo/biberón pusieron de manifiesto cómo el nivel de contaminación por coliformes es muy variable entre muestras. Por lo que tomando una muestra única puedes cometer el error de considerar la limpieza correcta y no serlo. Lo que estaría en línea con lo recomendado por Aust *et al. (*2012) (Ver tabla 3).

En conclusión, en base a los resultados obtenidos, el cultivo microbiológico resultó ser una herramienta útil a la hora de hacer al ganadero más consciente de los problemas de higiene del material de alimentación que pueden estar facilitando la aparición de problemas digestivos en la granja. A la hora del muestreo se recomendable muestrear las distintas fases y tomar más de una muestra en los recipientes finales, dada la variabilidad encontrada.

Tabla 1. Resumen de resultados del muestreo en el punto final

	Recuento aerobios mesófilos (UFC/ml)	Valor objetivo TPC	Recuento coliforms (UFC/ml)	Valor objetivo coliformes
Granja 1	> 3,0x105	< 1,0x104	< 1,0x101	0
Granja 2	> 3,0x105	< 1,0x104	< 1,0x101	0
Granja 3	> 3,0x105	< 1,0x104	< 1,0x101	0
Granja 4	> 3,0x106	< 1,0x104	< 1,0x101	0
Granja 5	> 3,0x106	< 1,0x104	7,0x101	0
Granja 6	> 3,0x105	< 1,0x104	1,0x102	0
Granja 7	1,8x105	< 1,0x104	< 1,0x101	0

Tabla 2. Control de los puntos críticos de contaminación durante la fabricación y reparto de la leche en polvo

	Recuento aerobios mesófilos (UFC/ml)	Recuento coliformes (UFC/ml)
Granja 1		
A	> $2,4x10^3$	< $1,0x10^1$
B	> $3,0x10^5$	< $1,0x10^1$
C	> $3,0x10^5$	< $1,0x10^1$
Granja 2		
A	> $2,6x10^5$	< $1,0x10^1$
B	> $3,0x10^5$	< $1,0x10^1$
C	> $3,0x10^5$	< $1,0x10^1$
Granja 3		
A	> $3,0x10^5$	< $1,0x10^1$
B	> $3,0x10^5$	< $1,0x10^1$
C	> $3,0x10^5$	< $1,0x10^1$
Granja 4		
A	> $2,5x10^5$	< $1,0x10^1$
C	> $3,0x10^6$	< $1,0x10^1$
Granja 5		
A	$7,0x10^5$	< $1,0x10^1$
C	> $3,0x10^6$	$7,0x10^1$
Granja 6		
A	$2,9x10^4$	< $1,0x10^1$
B	> $3,0x10^5$	$5,0x10^1$
C	> $3,0x10^5$	$1,0x10^2$
Granja 7		
A	$6,1x10^4$	< $1,0x10^1$
C	$1,8x10^5$	< $1,0x10^1$

A: Recipiente de mezcla, B: Cubo de reparto, C: Cubo final

Tabla 3. Resultados del muestreo de varios cubos en el punto final en una misma granja

Granja 4	**Cubo 1**	**Cubo 2**	**Cubo 3**	**Cubo 4**	**Cubo 5**	**Cubo 6**
TPC (UFC/ml)	> $3,0x10^6$	$3,8x10^5$	$5,5x10^5$	$8,0x10^5$	$7,5x10^5$	$7,2x10^5$
TCC (UFC/ml)	< $1,0x10^1$	< $1,0x10^1$	< $1,0x10^1$	$3,3x10^3$	$3x10^3$	$3x10^3$
Granja 5	**Cubo 1**	**Cubo 2**	**Cubo 3**	**Cubo 4**	**Cubo 5**	
TPC (UFC/ml)	> $3,0x10^6$	> $3,0x10^6$	$7x10^5$	$2,5x10^5$	$1,7x10^6$	$7x10^5$
TCC (UFC/ml)	$7,0x10^1$	< $1,0x10^1$	< $1,0x10^1$	< $1,0x10^1$	$4x10^2$	<$1,0x10^1$

INFECCIONES POR FASCIOLA HEPÁTICA EN GANADO VACUNO DE GALICIA: ¿CUÁL ES LA SITUACIÓN ACTUAL?

García-Dios D, Díaz P, Remesar S, Prieto A, López G, López-Novo C, Panadero R, Fernández G, Morrondo P, Díez-Baños P, López CM

La fasciolosis es una de las enfermedades parasitarias más importantes y frecuentes en la cabaña de ganado vacuno español tanto por su impacto negativo sobre el estado sanitario de los animales como por las considerables pérdidas económicas que ocasiona, incluyendo una disminución de las producciones y de la capacidad reproductiva, así como decomisos en matadero y otros gastos derivados del tratamiento medicamentoso. Aunque se ha denunciado en prácticamente todo el país, es especialmente frecuente en las regiones templadas del norte donde las condiciones climáticas son muy propicias para la supervivencia y desarrollo de los caracoles *Galba truncatula* que intervienen en el ciclo como hospedadores intermediarios (Díaz y col., 2016a). En Galicia, *Fasciola hepatica* se considera endémico; los resultados de varias investigaciones realizadas en los últimos 25 años señalan que los porcentajes de seroprevalencia son muy elevados, superando frecuentemente el 65%, confirmando que la mayoría de los bovinos de esa región se infecta con el trematodo en algún periodo de su vida (Díaz y col., 2016b). Además, los porcentajes de infección obtenidos con diferentes técnicas directas oscilaron entre el 20,4-37,3% con ELISA directo y el 28-29% tras un examen post-mortem (Díaz y col., 2016b). Sin embargo, los datos más actuales corresponden a muestreos realizados en el año 2010. Por ello, el objetivo principal de este trabajo consistió en aportar información actualizada de prevalencia e intensidad de eliminación de huevos de *F. hepatica* en explotaciones de ganado vacuno de Galicia.

Para realizar este estudio, a lo largo del año 2018 se recogieron muestras fecales directamente del recto de 529 bovinos pertenecientes a 22 explotaciones localizadas en las cuatro provincias gallegas. En cada granja se realizó un muestreo aleatorio de un porcentaje del rebaño tratando de cubrir un intervalo de confianza del 95% con un 90% de precisión, considerando una prevalencia del 50%. También se recogieron algunos datos epidemiológicos como el sistema de explotación o las pautas de desparasitación empleadas. En el laboratorio, la presencia del parásito se determinó mediante la técnica coprológica de sedimentación.

Nuestros resultados revelan que *F. hepatica* sigue siendo un parásito ampliamente distribuido en el ganado vacuno gallego, pues el porcentaje de granjas con al menos un animal positivo fue del 22,7%. Esto está relacionado con las condiciones climatológicas y geológicas de Galicia y al empleo de regímenes de pastoreo extensivo/semiextensivo, que facilitan el ciclo biológico del parásito. De hecho, en la mayoría de las granjas positivas (60%) todos los animales salían diariamente al pasto, mientras que en el 40% restante sólo accedían a los pastos las vacas secas y las novillas. Sin embargo, en la mayoría de estas explotaciones sólo se halló un pequeño número de animales positivos, lo que se tradujo en una prevalencia intra-rebaño media del 4,4%, aunque en una granja alcanzó el 20%. Con respecto a la prevalencia individual, el porcentaje de animales que eliminó huevos del trematodo fue 1,3%; además, los recuentos fueron muy bajos y oscilaron entre 1 y 4 huevos por gramo (media= 2,3 hpg), lo que sugiere que estos bovinos presentaban un reducido número de adultos del trematodo en los conductos biliares. Los datos de este trabajo indican que la importancia de este trematodo en el ganado vacuno de Galicia ha disminuido de forma considerable en los últimos años, pues los resultados previos obtenidos desde el año 1994 señalaban prevalencias siempre

superiores al 20%, alcanzando un porcentaje máximo del 27,7% (Díaz y col., 2016b). Esto puede deberse al empleo frecuente de fármacos eficaces frente al trematodo; así, en el 63,6% de las ganaderías se aplicaba un tratamiento antihelmíntico al menos una vez al año, y la mayoría de ellas (85,7%) se empleaban fármacos fasciolicidas, como triclabendazol, albendazol o closantel. Además, el descenso de la prevalencia de *F. hepatica* contrasta con el notable incremento del porcentaje de infección por paranfistómidos en Galicia (Díaz et al., 2007; Sanchís et al., 2013); puesto que ambos trematodos comparten el mismo hospedador intermediario, estos resultados podrían ser el resultado de la competencia por *G. truncatula*. De todos modos se debe considerar que los estudios coprológicos no poseen una elevada sensibilidad al no permitir la detección de infecciones por formas juveniles, por lo que los datos obtenidos en este trabajo se deberían complementar con resultados de estudios post-mortem o de detección de antígenos.

- DÍAZ, P. et al. (2007). Parasitol Res, 101, 339–342. DIAZ, P. et al. (2016a). Afriga, 122: 62-64.
- DÍAZ, P. et al. (2016b). XXI Congreso ANEMBE de Medicina Bovina. Santiago de Compostela, 11-13 mayo.
- SANCHÍS, J. et al. (2013). Vet Parasitol, 191, 165–171.

EXTENSIVO

APROXIMACIÓN AL NIVEL DE CUERPOS CETÓNICOS EN SANGRE DEL TORO BRAVO TRAS EL MANEJO DE LA LIDIA

Lomillos JM, López-Merchán, JS, Amador I, Garibo J, Ibáñez A, Alonso ME

INTRODUCCIÓN

El ganado bravo constituye una raza autóctona cuya producción tiene una gran trascendencia económica y social en España. En su inmensa mayoría, las explotaciones de ganado de lidia mantienen un régimen de explotación y manejo extensivo, pero no es así en el caso de los machos que son sometidos a un cebo final en cercados de tamaño reducido, con un suministro diario de raciones de alta concentración energética y elevada digestibilidad (Domecq, 2009). Esta última etapa de alimentación se denomina “cebo pre- lidia” o “acabado”, su duración puede variar entre los 5 y 12 meses y generalmente comienza durante el invierno previo a la lidia (Lomillos, 2012).

Según varios autores (Purroy et al., 2003, Jimeno et al. 2005; Alonso et al. 1995, Bartolomé, 2009) este cebo podría ser perjudicial para el animal y producirle una acidosis ruminal y diferentes problemas metabólicos. Por ello, quisimos analizar la concentración de cuerpos cetónicos de los animales lidiados en la feria de Fallas 2018, estudiando la influencia de diferentes variables relacionadas con el manejo del animal (duración del transporte, tiempo en corrales, tipo de suministro del alimento, frecuencia de administración) el esfuerzo realizado en la lidia y variables como el peso y la edad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se recogieron muestras sanguíneas e información productiva de 72 animales de lidia (54 toros, 12 novillos, 6 erales) pertenecientes a 4 encastes.

Se llevó a cabo el test de cetosis en sangre utilizando el sistema ?HB ControlFreeStyle®, método que indica el nivel de ácido ?-hidroxibutírico en sangre.

Por último, se grabó el comportamiento de cada animal en el ruedo para su visualización y estimación del rendimiento físico realizado en el ruedo, clasificando los animales en tres grupos en función de su movilidad y rendimiento físico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Únicamente un animal mostró niveles patológicos de estas moléculas siendo la media= 0,46

µml /L con una concentración máxima de 1,4 µml /L y una mínima de 0,1 µml /L. Sin embargo, observamos varias correlaciones significativas:

En primer lugar, existió una correlación negativa con la duración del entrenamiento de los animales, lo que nos induce a considerar el efecto positivo del mismo, ayudando a la movilización de reservas desde meses antes de la lidia, facilitando dicha movilización durante la misma.

Se observa igualmente una correlación positiva con la edad, siendo los toros de 4 y 5 años los animales que mostraron mayores niveles de ácido ?-hidroxibutírico en sangre, quizá debido a su mayor tiempo de cebo, lo que puede dotarles de un mayor grado de engrasamiento y la consiguiente dificultad en la movilización de reservas en un momento crítico como es la lidia o el manejo previo del animal.

Por último, se observa una correlación significativa positiva entre la concentración de cuerpos cetónicos y la distancia de transporte de los animales en los días previos a la lidia, es decir, distancias largas podrían traducirse en un mayor estrés de transporte, un mayor tiempo de ayuno, que puede llegar incluso a las 12 horas en la ganaderías más alejadas (800 Km), con la consiguiente dificultad en la movilización de reservas y metabolización de las mismas que se podría reflejar en el acúmulo de estos cuerpos cetónicos en sangre (Grandin, 1997; Odeón et al., 2017).

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso ME, Sánchez JM, Riol JA, Gutiérrez P, Gaudioso VR. Causas y concausas del síndrome de caída en la raza de lidia, 1995:8-9: 89-108.
- Bartolomé DJ. Influencia de la acidosis ruminal en el síndrome de caída y la respuesta etológica del toro de lidia en la plaza [tesis doctoral]. Universidad de león. 2009.
- Domecq B. Lidia del toro en la plaza. La ficha del ganadero. Revista 6Toros6, 2009; 706:18-21.
- Grandin T. Evaluación del estrés durante el manejo y transporte. Journal of Animal Science, 1997; 75:249-257.
- Jimeno V, Mazzuchelli F, Parrila G, García I. Gestión de la alimentación del ganado de lidia. Del nacimiento a utrero. Mundo Ganadero, 2005; 177:52-56.
- Lomillos JM. Nuevas tecnologías aplicadas al estudio de la raza bovina de lidia. [Tesis Doctoral]. Universidad de León; 2012.
- Odeón M, Romera S. Estrés en ganado: causas y consecuencias. Rev vet 2017,28 (1): 69-77.
- Purroy A, Azpilicueta G, Alzón M. La alimentación en el ganado de lidia. III Jornadas sobre Ganado de Lidia. Mundi-Prensa. Pamplona, 2003; 123-148.

CEBO

LA EVALUACIÓN ECOGRÁFICA DEL SRB EN EL CEBO DE TERNEROS MAMONES: DE LA ENTRADA AL SEGUIMIENTO DURANTE EL PRIMER MES DE ESTANCIA

Tejero C, Marti S, Pujols J

INTRODUCCIÓN

El síndrome respiratorio bovino (SRB) continúa siendo uno de los problemas de salud más importantes en la industria cárnica. Una de las grandes dificultades que presenta esta enfermedad es la dificultad diagnóstica. Motivo por el que se ha tratado de desarrollar distintas técnicas enfocadas a mejorar el diagnóstico precoz. Entre ellas, la ecografía pulmonar ha demostrado ser un método capaz de alcanzar alta sensibilidad y especificidad (79,4 y 93,9%, respectivamente) (Buczinski et al., 2015). La mayoría de los estudios han sido realizados en terneras de recría y existen pocos datos en mamones de cebo. Por lo que el objetivo de este estudio fue analizar con qué grado de lesión pulmonar llegan los terneros y cómo evolucionan; así como posibles factores como el origen, la raza, etc., que nos permitan adaptar los protocolos de entrada según el riesgo de cada lote, así como analizar factores como el manejo, instalaciones o plan de entrada.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en nueve entradas realizadas en cinco cebaderos de terneros ligeros (mamones) con peso medio de 45-56 kg, diferentes razas (cruzada, Holstein y Montbeliarde) y orígenes (Francia, Galicia, Lérida/Aragón y Cornisa Cantábrica). En total se ecografiaron 811 terneros en el momento de la recepción y se reevaluaron a distintos tiempos de estancia (12-27días)

Se utilizó un ecógrafo portátil con sonda lineal de 9cm de profundidad, 7,5MHz de frecuencia y 16dB de ganancia (Easi Scan linear, BCF). Un mismo técnico realizó todas las ecografías pulmonares siguiendo la técnica descrita por Ollivet *et al.* (2016); utilizando un sistema de puntuación simplificado, adaptado del desarrollado por Adams y Buczinski (2016), para facilitar la interpretación de los resultados.

Los datos fueron analizados con el paquete estadístico JMP (JMP13, SAS Inst. Inc., Cary, NC). El análisis de la relación entre tipo de lesión y origen, raza, peso a la entrada, estación del año, número de animales a la entrada y mortalidad se realizaron con correlaciones bivariadas con coeficiente de Pearson. El análisis de la evolución de las lesiones se realizó con un ANOVA con el efecto día de evaluación como factor principal y entrada como factor aleatorio. La significación se definió a P <0,05 y las tendencias a 0,05>P<0,10.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la valoración ecográfica a la recepción, de los 811 terneros evaluados 557 (69%) no presentaban lesión pulmonar, 171 (21%) lesión leve y 83 (10%) lesión grave. Por lo que más de un 30% de los terneros llegaron con lesiones pulmonares. A nivel individual, observamos una gran variabilidadentre las diferentes entradas (P< 0,05) con una desviación estándar (SD=12,27, Max 88- Min 49) para los terneros sin lesión, (SD =9,7, Max 38-min 11) para lesiones leves y (SD= 7,28, Max 25-Min 11) para lesiones graves. Lo que pudo deberse a las diferencias de: raza, peso, origen o estación del año.

Se observó un efecto asociado a la estación del año (P<0,01) siendo otoño la estación con mayor número de animales con lesiones graves (50,6%, 16,8%,22,9% y 9,6% para otoño, invierno, primavera y verano, respectivamente). También se observaron mayor número de lesiones graves en los animales procedente de Francia (P< 0,01; 80,7%) comparado con los animales procedentes de la Cornisa Cantábrica (2,4%), Galicia (9,6%) o Lérida/Aragón (7,2%). Esto puede ser debido al alto porcentaje de animales entrados de Francia, ya que también se observó una tendencia en la correlación (P=0,09) entre el número de animales entrados y el número de lesiones graves. La raza también tuvo un efecto sobre el número de lesiones graves (P<0,05), siendo los cruces cárnicos los afectados en mayor medida en la recepción (67,5%, 19,3% y 13,2% para cruces cárnicos, Holstein y Montbeliarde, respectivamente). Finalmente, no se observó (P>0,10) relación entre el peso a la recepción y el tipo de lesión.

En las reevaluaciones de seguimiento a lo largo de la estancia se observó la disminución significativa (P<0,001) de los terneros sin lesión (70,3 ± 3,93% y 34,0 ± 3,93% a la recepción y reevaluación, respectivamente). Contrariamente, el porcentaje de lesiones graves aumentó significativamente (P< 0,001) entre la recepción (8,9% ± 4,78%) y la reevaluación (40,1% ± 4,78%).

En base a los resultados observados, los animales llegan con un alto porcentaje de lesiones; variables según factores como la raza, origen, estación del año y número de animales entrados. Pero los protocolos instaurados, lejos de parar la evolución, no sólo no evitan que aumente el porcentaje de lesiones graves, sino que incrementan el número de terneros con lesiones pulmonares. Por lo que otra serie de factores presentes en la explotación como el manejo, nutrición, alojamiento, protocolos de vacunación y tratamientos, podrían ayudar a explicar el comportamiento de la enfermedad. Para ello sería necesario realizar nuevos estudios con el fin de identificar la relevancia de los distintos factores en la evolución del SRB en el lote.

BIBLIOGRAFÍA

- Adams E.A. and Buczinski S. (2016). Short communication: Ultrasonographic assessment of lung consolidation post-weaning and survival to the first lactation in dairy heifers. J. Dairy Sci 99: 1-6.
- Buzinski S., Ollivet T., Dendukuri N., (2015) Bayesian estimation of the accuracy of the calf respiratory scoring chart and ultrasonography for diagnosis of bovine respiratory disease in pre-weaned dairy calves. Prev. Vet. Med 119 (3-4): 227-31) Ollivett T., Buczinski S., (2016) On- Farm use of ultrasonography for Bovine Respiratory Disease. Vet Clin Food Anim 32: 19-35.

CIRUGÍA

ASOCIACIÓN ENTRE LAS LESIONES PODALES EN LACTACIÓN TEMPRANA Y EL RIESGO DE ELIMINACIÓN

Bellet-Elias R, Omontese B, Bisinotto R, Cramer G*

INTRODUCCIÓN

Las cojeras son un importante indicador de bienestar animal en el ganado bovino de leche, tienen un gran impacto económico en la producción de leche, en la reproducción y un alto riesgo de sacrificio de animales. Nuestros objetivos del estudio fueron evaluar la asociación entre la presencia en lactación temprana de lesiones podales y su tasa eliminación, y determinar la asociación entre las lesiones podales desarrolladas entres los días 20 - 120 en lactación con su eliminación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las vacas de este estudio fueron seleccionadas de una granja comercial de transición de vacas de la raza Jersey como parte

de otro estudio. La estrategia de muestreo para el estudio original consistió en seleccionar grupos de vacas frescas que salían de la sala rotativa de ordeño. Los criterios de registro de los animales, fueron seleccionar vacas sanas que tuviesen entre 20 ± 3 días en leche (DEL). En el momento de seleccionar las vacas, fueron elegidas al azar. Sacamos un muestreo de sangre, medimos la condición corporal (CC) y los 4 pies fueron examinados para ver si tenían lesiones podales con una jaula de contención quirúrgica. Las lesiones fueron clasificadas como suela hemorrágica (H), úlcera de suela (US), enfermedad de la línea blanca (LB), dermatitis digital (DD), panadizo, úlcera de punta y lesiones no podales. Las vacas con alguna lesión anterior se excluyeron del estudio. Vacas con lesiones podales que no fuesen H, fueron tratadas según el protocolo de la granja. A los 120 ± 3 DEL (d120), las vacas fueron reevaluadas para ver si había lesiones podales y para registrar CC. El análisis de supervivencia usando la regresión Cox fue utilizado para determinar la asociación entre las lesiones podales y la tasa de eliminación. Las vacas fueron censadas en el momento del sacrificio o cuando alcanzaron los 300 DEL desde el momento de la selección. Dos modelos fueron construidos 1) todas las lesiones agrupadas en 1 categoría, 2) las lesiones se agruparon en lesiones podales (US, LB, úlcera de punta), H, infecciosas (DD, panadizo) y no lesiones podales.

RESULTADOS

Un total de 1545 vacas fueron incluidas en este estudio. La mayoría, 907 (58.7%) de las vacas registradas fueron de 1ª lactación. En el día d20, 414 (26.8%) de las vacas tenían lesiones podales, con hemorragia (19%) y con US (4.7%) siendo las lesiones podales más frecuentes. La prevalencia de DD y de LB fue un 1.8% y 1.6% respectivamente. Un total de 267 (17.3%) de vacas fueron sacrificadas. La mediana DEL a sacrificio fue de 149 días. En la regresión de Cox, con todas las lesiones agrupadas, el riesgo de sacrificio fue de 1,14 (95% IC 0,88-1,49) para vacas con lesiones en comparación con las vacas sin lesiones. El modelo que categorizó las lesiones en categorías, los ratios de peligro eran 1.33 (95% IC 0.93-1.91) para las lesiones podales, 0.91 (95% IC 0.67-1.24) para las H, 1.5 (95% CI 0.86-2.60) para las lesiones infecciosas y 0.92 (95% IC 0.29-2.93) para las no lesiones podales.

CONCLUSIONES

La prevalencia de H en nuestro estudio fue mayor a la prevalencia de US, DD y, LB fue mucho menor de lo esperado. La mayoría de nuestras estimaciones para la relación del riesgo de eliminación, indican una amplia gama de asociaciones plausibles e incluyen tanto un riesgo bajo como alto. Las vacas con lesiones podales, tuvieron un índice del 33% más alto de probabilidades de ser sacrificadas. Sin embargo, esta estimación oscila entre vacas con lesiones podales que tienen un 7% como tasa más baja de sacrificio hasta un 91% la tasa mayor de sacrificio. Hay que reconocer varias limitaciones de nuestro estudio por lo que tenemos estos resultados, como una prevalencia más baja de la esperada de las lesiones en el tratamiento de la lesión y en el momento de la selección. También el periodo de seguimiento, fue relativamente corto para la identificación de las lesiones. Probablemente, con un periodo de tiempo más largo, los resultados serian mejores. Nuestros datos sugieren que una buena prevención de la salud podal de las vacas, podrían reducir el riesgo de sacrificio. Además, la alta ocurrencia de H en el inicio de lactación justifica la investigación adicional a largo plazo.

REPRODUCCIÓN

LA DEPHERELINA INCREMENTA LA ACTIVIDAD LUTEAL MEDIDA CON ECOGRAFÍA DOPPLER TRAS LA PUNCIÓN FOLICULAR PARA EVITAR GESTACIONES GEMELARES EN VACAS BI-OVULARES

Garcia-Ispierto I, Serrano-Pérez B, Pérez-Salas JA, Pradés B, Nunes JM, López-Gatius F

INTRODUCCIÓN

La gestación gemelar es uno de los principales factores no infecciosos relacionado con la pérdida fetal temprana en vacuno lechero. En vacas de alta producción es un enorme problema ya que la doble ovulación puede exceder el 20-25% (López-Gatius et al, 2005). La punción y vaciamiento sin succión del folículo subordinado en el momento de la inseminación ha sido propuesta como una técnica eficaz para reducir la doble ovulación (López-Gatius y Hunter, 2018). La no succión del folículo permite la aparición de una estructura luteal o cuerpo lúteo (CL) tras la punción, aunque se desconoce si este nuevo CL es funcional. La depherelina, una agonista de la GnRH de larga acción, favorece la ovulación y posterior actividad luteal comparada a la gonadorelina, aplicada al final de un tratamiento basado en progesterona intravaginal de 5 días, para inseminación a tiempo fijo (Garcia-Ispierto et al, 2019). Hipotetizamos que esta hormona podría favorecer la función del CL formado tras la técnica de punción folicular.

OBJETIVOS: Comparar la actividad luteal tras la punción folicular ecoguiada en vacas bi- ovulares tratadas o no con depeherelina 7 días postinseminación. Para ello se utilizará la ecografía Doppler.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en una granja de vacas lecheras de alta producción de raza Frisona de la zona de Lleida. El número de vacas en lactación fue de 220 (noviembre 2017- abril 2018). Durante la visita reproductiva semanal, las vacas no gestantes de más de 50 días posparto sin signos de estro desde al menos 21 días y sin desórdenes reproductivos como folículos ováricos quísticos o endometritis fueron tratadas con progesterona intravaginal (CIDR) (CIDR, 1.38 g de P4; Zoetis, New York, NY, USA) R. El CIDR se retiró 5 días tras su inserción, momento en que se les aplicó cloprostenol (500 ?g i.m.; PGF Veyx Forte, Ecuphar, Barcelona) y 24h después. Treinta y seis horas después de la retirada del CIDR, los animales recibieron una dosis de Depherelina (100 ?g acetate de gonadorelina [6- D-Phe] i.m; Gonavet Veyx, Ecuphar, Barcelona) y fueron inseminados 50-56h tras la retirada del CIDR (Garcia-Ispierto y López-Gatius, 2014). En el momento de la inseminación se determinó el número de folículos presentes en ambos ovarios. Se seleccionaron para el estudio las vacas con un folículo superior a 10 mm en cada ovario. La punción folicular se realizó vía vaginal con un ecógrafo modo B (E.I. Medical IBEX LITE; E.I. Medical Imaging, Loveland CO, USA) equipado con una sonda convexa para procedimientos de obtención de oocitos vía vaginal ("ovum pick-up") con una aguja de 19G de 25mm de largo (López-Gatius y Hunter, 2018). Una vez en el fórnix vaginal, vía transrectal se acercó el ovario a la sonda y se procedió a la introducción de la aguja en el antro folicular del folículo con menor tamaño (subordinado) sin succionar, determinando el rápido vaciamiento del folículo. Las vacas fueron inseminadas inmediatamente tras la punción. Pasados 7 días, los animales fueron asignados aleatoriamente a los grupos Control o Depherelina y se determinó por ecografía la ovulación. La ecografía modo Doppler se utilizó para determinar el flujo sanguíneo del CL a día 21 post IA. Se ecografiaron

ambos ovarios (Zonare Medical Systems Inc., USA equipped with a 7.5 MHz transducer) y se digitalizaron las imaágenes en videos. Posteriormente se procesaron con Image J® software para evaluar el área vascular de las estructuras luteales. El porcentaje de vascularización del CL (area con color Doppler/area total del CL x 100) se calculó para cada evaluación. Se consideraron 4 grupos: No vascularizado (G0), menos del 25% de vascularización (G1) entre el 25 y el 50% de vacularización (G2) y más del 50% de vacularización (G4). El diagnóstico de gestación fue el día 28 post-inseminación.

RESULTADOS

La población de estudio fueron 20 vacas puncionadas (10 del grupo Depherelina y 10 controles). El fracaso ovulatorio de los dos folículos y la doble ovulación sucedió en 2 (10%) y 6 animales (30%), respectivamente, del grupo control. Una estructura luteal se registró en todos los ovarios tras la punción en ambos grupos el día 7 tras la inseminación. En el grupo Depherelina el folículo dominante no ovuló en 4 vacas (20%). El día 21 tras la inseminación, la media de vascularización fue significativamente superior en el grupo Depherelina comparado con el grupo Control, con una vascularización y tamaño semejantes del CL post-ovulatorio e inducido. La vascularización fue superior al 50% en 6 de los CL inducidos por la punción. En cambio, para el grupo Control, el CL inducido presentó una forma irregular, de menor tamaño que el post-ovulatorio, y escasa vascularización (menor del 25%). La fertilidad fue del 40% en ambos grupos.

Conclusiones: La punción folicular del folículo subordinado al momento de inseminación induce la formación de un CL funcional. El tratamiento a 7días post-inseminación con Depherelina incrementa significativamente la función luteal del CL inducido.

REFERENCIAS

- Garcia-Ispierto I, López-Gatius F. Effects of different five-day progesterone-based fixed-time AI protocols on follicular/luteal dynamics and fertility in dairy cows. J Reprod Dev 2014; 60: 426-432.
- Garcia-Ispierto I, De Rensis F, Pérez-Salas JA, Nunes JM, Pradés B, Serrano-Pérez B, López- Gatius F. The GnRH analogue dephereline given in a fixed-time AI protocol improves ovulation and embryo survival in dairy cows. Res Vet Sci 2019;122:170-174.
- López-Gatius F, Hunter RHF. Puncture and drainage of the subordinate follicles at timed artificial insemination prevents the risk of twin pregnancy in dairy cows. Reprod Domest Anim 2018; 53: 213-216.
- López-Gatius F, López-Béjar M, Fenech M, Hunter RHF. Ovulation failure and double ovulation in dairy cattle: risk factors and effects. Theriogenology 2005:63;1298-1307

XXIV

CONGRESO
INTERNACIONAL
ANEMBE DE
MEDICINA BOVINA

SEVILLA

22, 23 y 24 de mayo de 2019

Acción, conocimiento y pasión

LIBRO DE PONENCIAS, COMUNICACIONES ORALES Y PÓSTER

POSTER

ANEMBE
ASOCIACIÓN NACIONAL DE ESPECIALISTAS EN MEDICINA BOVINA DE ESPAÑA

CALIDAD DE LECHE

EVALUACIÓN DE DOS TESTES DE CULTIVO BACTERIOLÓGICO PARA APOYAR LAS DECISIONES DE TRATAMIENTO EN MASTITIS CLÍNICAS BOVINAS

Malcata F, Viora L, Zadocks RN

The present study aimed to evaluate the performance of two culture test kits intended to be used on-farm as a diagnostic and treatment decision support tools in bovine clinical mastitis (CM), against a "gold standard" consisting of bacteriological culture and matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry (MALDI-ToF).

Milk samples from CM cases (i.e. presence of clots, flakes or serous milk, with or without additional local and systemic signs of disease) were collected aseptically by trained staff from seven dairy farms in Scotland. Farms were selected based on herd size, location and willingness to cooperate in the study. Samples were frozen on farm (-20 °C) and cultured within 4 weeks from sampling. Samples were processed using standard laboratory methods[1] and two different selective culture-based "test kits", i.e. a slide-based test and a plate-based test. The slide test consists of a double-sided plastic slide, with one side selective for Gram- positive (GP) bacteria and the other for Gram-negative (GN) bacteria. The plate is a triplate, commercially available as VetoRapid (VR) (Vetoquinol, Lure, France) with three sectors: one selective for GN, one selective for staphylococci and one selective for streptococci and enterococci[2]. Each milk sample was inoculated using both test kits and sheep blood agar 5% and MacConkey agar number 3 plates (E & O Laboratories Limited, Bonnybridge, Scotland). Test kits and plates were incubated at 37°C in aerobic conditions and were examined after ca. 24 and 48 hours. Kits and plates with no visible colonies were considered negative for mastitis-associated pathogens. Plates that contained three or more morphotypes were considered contaminated[1] and excluded from the analysis. Isolates were subsequently sub- cultured onto half of a sheep blood agar plate for purification. From each pure culture, a colony was selected and grown in Brain and Heart Infusion (BHI) broth for 24 hours at 37°C in aerobic conditions. The isolates were preserved with 15% glycerol (vol/vol) in cryovials at

-80°C and submitted to an external laboratory for species identification by MALDI-ToF. Most milk samples were culture positive (142 of 156, 91%), including 14.7% contaminated samples. Among non-contaminated culture positive samples, an even split between GP (54) and GN (53) results was observed, with 7 samples showing mixed growth. Of 140 isolates that were subjected to MALDI-ToF for species identification (98 were from samples yielding a single morphotype, 42 were from 21 samples yielding two morphotypes), 137 were identified to species or genus level. The most commonly identified species were *Escherichia coli* (36.4%) and *Streptococcus uberis (1*5%), followed *Streptococcus dysgalactiae* (7.1%) and *Staphylococcus aureus* (5%). For the evaluation of the test kits as diagnostic tools, contaminated samples and samples with isolates that could not be identified were excluded (n = 23 and n = 3, respectively, based on the gold standard) (n = 130). Accuracies for GN bacteria in both test kits were close to 90%, and for GP bacteria close to 80% in the slide test kit and close to 70% for VetoRapid. For the evaluation of the tests kit as treatment decision support tools, samples of severe CM, i.e. animals with systemic signs of disease were excluded (n = 11), leaving 109 samples for analysis. The two tests showed similar predictive values with no statistical difference between them. Slide test kit had a positive predictive value (PPV) and negative predictive value (NPV) of 84% and 77%, respectively.

VetoRapid had PPV and NPV of 70% and 82%, respectively. According to these results, both test kits can be useful as on-farm diagnostic tools, for differentiation of broad categories, e.g. GP and GN bacteria, regarding VetoRapid diagnostic reliability is reduced when a diagnosis is applied at genus and species level (data not shown). Predictive values demonstrate that both tests are suitable to inform selective treatment decisions in CM based on differentiation of GP mastitis from non-GP mastitis. However, there will be some animals that will remain under-treated (false negative for GP) and other animals that will be over-treated (false positive for GP). This could pose a problem in terms of animal welfare and sub-optimal reduction of antimicrobial usage, though there is a need to balance these two issues and some animal suffering might be the price worth paying for the sake of public health in today's western societies.

REFERENCES

1. National Mastitis Council (NMC). Laboratory Handbook on Bovine Mastitis. (2017).
2. Viora, L. et al. Evaluation of a culture-based pathogen identification kit for bacterial causes of bovine mastitis. Vet. Rec. 175, 89 (2014).

MODELO DE PREDICCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE VACAS EN FUNCIÓN DEL RCS SEGÚN NÚMERO DE LACTACIÓN Y DÍAS EN LECHE

Noya C, Miguez JL Penelas M, Mourazos N, Sesto F, Tato A, Nodar L, Angelats D, Zalduendo D, Villoria P, Ordis P, Mato I, Fernández S*

INTRODUCCIÓN

El RCS ha sido usado por la industria láctea como medida de salud de la ubre porque las células somáticas juegan un importante rol en la defensa de la glándula mamaria y están positivamente relacionadas con mamitis.

Veterinarios y productores buscan herramientas que les ayuden en la toma de decisiones en cuanto al mantenimiento o sacrificio de un animal en función de la salud de la ubre.

Se ha demostrado que el RCS varía en función de diversos factores, entre ellos, del número de lactaciones de los animales y de los DEL. Predecir el RCS que tendrá cada animal a lo largo de la lactación y posicionarlo respecto al conjunto de las vacas de las granjas asesoradas por el Servicio Técnico de Calidad de Leche de Seragro es de gran utilidad para mejorar el criterio de desvieje de los animales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se usaron para el estudio los datos de RCS (recuento de células somáticas por ml de leche) de 488.233 muestras mensuales individuales de leche de 33.219 animales en 267 granjas. El período de muestreo ha sido desde enero de 2015 hasta agosto de 2018.

El programa estadístico utilizado por el departamento Hiprastats ha sido R Studio 1.1.453. y para la realización de los modelos el paquete estadístico nlme.

Dado que el recuento de células somáticas no sigue una distribución normal, los datos fueron transformaron usando logaritmos neperianos. Se hizo un modelo predictivo de regresión lineal para todas las lactaciones, con logaritmo del RCS como variable respuesta y los días de lactación como variable explicativa.

Se hicieron tres modelos de regresión cuantílica con DEL como variable explicativa y logaritmo de RCS como variable respuesta, para cada una de las primeras cinco lactaciones. Uno de estos tres modelos se usa para estimar la mediana y los otros dos para los percentiles 20 y 80. Con estos modelos se puede clasificar cada animal respecto al RCS de la cabaña ganadera.

RESULTADOS

Se calcula un modelo de regresión lineal (tabla 1) representado en la gráfica 1. Introduciendo las variables RcsA, LacA y DelA, que son el RCS, número de lactación y DEL respectivamente al momento de coger la muestra, y LacB y DelB, que son número de lactación y DEL al momento al que se quiere predecir, se obtiene el RcsB que es el RCS que pronosticamos para esta lactación y DEL. Para hacer los cálculos, es necesario usar los intercepts y pendientes de la tabla 2. Teniendo en cuenta el animal, el número de lactación y los DEL, se explica el 47% de la variabilidad del RCS.

Figura 1:

(gráfico en el que se muestra la distribución lineal del RCS en función de los DEL para las distintas lactaciones)

Tabla 1

Estimación	R^2 marg	R^2 Cond	P-Valor
$RCS_a = RCS_a * e^{-Intercept(LacA)+Intercept(LacB)-Pendiente(LacA)*DELA+Pendiente(LacB)*DelB}$	0,098	0,471	$<2,2*10^{-16}$

Tabla 2

Lactación	Intercepts	Pendientes
1	0	0.000393
2	-0.039381	0.002804
3	0.232557	0.003198
4	0.542873	0.003137
5	0.827029	0.002928

Se ajustan tres modelos regresión cuantílica para cada lactación (tabla3). Se introducen los DEL en cada uno de los tres modelos (tabla 3) y se obtiene la estimación de RCS para las 20% mejores vacas (percentil 20), para la mediana (percentil 50) y para el 20% de las peores vacas (percentil 80).

Tabla 3

	Percentil	Modelo
1ª lactación	20	$RCS = e^{(2,85693 + 0,00099*DEL)}$
	50	$RCS = e^{(3,51321 + 0,00181*DEL)}$
	80	$RCS = e^{(4,62837 + 0,00167*DEL)}$
2ª lactación	20	$RCS = e^{(2,51097 + 0,00467*DEL)}$
	50	$RCS = e^{(3,43152 + 0,00448*DEL)}$
	80	$RCS = e^{(5,05625 + 0,00190*DEL)}$
3ª Lactación	20	$RCS = e^{(2,60650 + 0,00546*DEL)}$
	50	$RCS = e^{(3,71965 + 0,00453*DEL)}$
	80	$RCS = e^{(5,54156 + 0,00142*DEL)}$
4ª Lactación	20	$RCS = e^{(2,67860 + 0,00587*DEL)}$
	50	$RCS = e^{(4,03764 + 0,00405*DEL)}$
	80	$RCS = e^{(5,91967 + 0,00102*DEL)}$
5ª Lactación	20	$RCS = e^{(2,75733 + 0,00591*DEL)}$
	50	$RCS = e^{(4,33747 + 0,00329*DEL)}$
	80	$RCS = e^{(6,33467 + 0,00001*DEL)}$

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El modelo predictivo de RCS por lactación es una herramienta útil para la toma de decisiones ya que aporta información sobre la calidad de leche que se espera de cada animal en esa misma lactación y en futuras lactaciones. Este dato, junto a la clasificación del animal respecto al RCS de la población estudiada, son herramientas que permiten conocer mejor cual es el futuro productivo de cada animal logrando así, tomar medidas en el control o la eliminación de la vaca del sistema productivo.

ASOCIACIÓN ENTRE LA VACUNACIÓN CON STARTVAC EN LA PREVALENCIA DE MAMITIS CLÍNICA Y EL RCS EN TANQUE EN GRANJAS ASESORADAS POR SERAGRO

Noya C, Miguez JL Penelas M, Mourazos N, Sesto F, Tato A, Nodar L, Angelats D, Zalduendo D, Villoria P, Ordis P, Mato I, Fernández S*

INTRODUCCIÓN

El RCS ha sido usado por la industria láctea como medida de salud de la ubre, ya que las células somáticas juegan un importante rol en la defensa de la glándula mamaria y están positivamente relacionadas con mamitis.

El objetivo de este estudio es valorar la eficacia de Startvac® (vacuna polivalente que protege frente a *Coliformes, Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus coagulasa negativos*) en la reducción del RCS en condiciones de campo y porcentaje de vacas con al menos una mamitis clínica por granja.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se usaron las medias mensuales en tanque y los registros individuales de RCS (miles de células somáticas por ml de leche) de 245 granjas, de las cuales 23 se vacunaron con Startvac®. Las granjas se vacunaron en sábana (off label) y con un mínimo de 3 dosis por animal, administrándose la vacuna en cada gestación. Las granjas vacunadas con Startvac® parten de un RCS y prevalencia de mamitis mayores al de las no vacunadas y el objetivo de la vacunación es mejorar los resultados de RCS y mamitis.

Las granjas se empezaron a vacunar a lo largo del año 2016, cada una de ellas en distinto momento. A efectos de estudio se definen dos períodos, pre-vacunación y vacunación. El período de pre-vacunación es aquel en el que ninguna de las granjas se vacunan, que comprende los meses desde enero de 2015 hasta agosto del mismo año. El período de vacunación comprende desde enero de 2018 hasta septiembre de ese mismo año ya que todas las granjas que se vacunan llevan al menos 6 meses vacunadas.

El análisis estadístico se llevó a cabo por el equipo Hiprastats con el programa estadístico R studio 1.1.453.

Se comparó la diferencia de RCS pre-vacunación y vacunación entre granjas control y vacunadas con Startvac® mediante un t-test, con un nivel de confianza del 95%.

Se ha hecho un modelo de regresión lineal con granja como efecto aleatorio, número de lactación, DEL, interacción número de lactación y DEL y vacunación como variables explicativas y logaritmo de RCS individuales como variable respuesta.

De las 245 granjas anteriores, 176 disponen de registro de mamitis (19 vacunadas con Startvac®) y el Servicio Técnico de Control de Calidad de Leche de Seragro las ha visitado mensualmente, rellenando un cuestionario en el que se introducen los casos de mamitis que se han registrado en ese último mes en cada granja.

Se ha hecho un modelo de regresión logística con vacunación (Startvac® y control), período (pre-vacunación y vacunación) y la interacción entre ambas como variables explicativas. Se ha

usado como efecto aleatorio la granja y la variable respuesta es si la vaca ha sufrido o no mamitis clínica.

RESULTADOS

La diferencia de RCS en tanque entre pre-vacunación y vacunación es significativamente (p- valor < 0,01) mayor (gráfico 1) en granjas vacunadas con Startvac (36,42 ± 24,56) que en las no vacunadas (0,947 ± 9,15).

(se adjunta gráfico que representa la diferencia de RCS entre granjas vacunadas y control y pre- vs post- vacunación)

En el RCS individual es menor (gráfico 2) en el período de vacunación para las distintas lactaciones (p-valor <0,001). (se adjuntan gráficos para las tres primeras lactaciones de la tendencia de RCS individual a lo largo de los DEL en las granjas antes de vacunarse y una vez que han sido vacunadas con Startvac)

La diferencia de porcentaje de mamitis clínica entre los períodos de pre-vacunación y vacunación en granjas vacunadas con Startvac® es de una reducción de 32,13%, y en granjas control un incremento de 14,77% (gráfico 3). Las diferencias son significativamente diferentes entre ellas (p-valor < 0,001).

(Se adjunta gráfico con incremento-reducción de porcentaje de mamitis en función del uso o no de vacuna Startvac 2015-2018)

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El efecto de la vacuna Startvac® aplicada en algunas granjas asesoradas por el SSTT de control de calidad de leche de Seragro ha tenido un efecto positivo sobre la reducción del RCS y prevalencia de mamitis clínicas.

ANÁLISIS DE FACTORES DE RIESGO PARA RCS EN TANQUE

Noya C, Miguez JL Penelas M, Mourazos N, Sesto F, Tato A, Nodar L, Angelats D, Zalduendo D, Villoria P, Ordis P, Mato I, Fernández S*

INTRODUCCIÓN

El RCS ha sido usado por la industria láctea como medida de salud de la ubre porque las células somáticas juegan un importante rol en la defensa de la glándula mamaria y está positivamente relacionado con mamitis.

El RCS varía en función de diversos factores, entre ellos de las características de las instalaciones, alimentación, máquinas y rutinas de ordeño, secado y aspectos individuales de los animales.

El objetivo de este estudio es cuantificar la variabilidad del RCS en tanque en función de los diferentes factores.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se usaron las medias mensuales del RCS (miles de células somáticas por ml de leche) por tanque de 267 granjas desde enero de 2015 hasta septiembre de 2018, cada caso es un recuento de RCS en tanque en una granja. A su vez, se usaron los datos de encuestas digitales susceptibles de ser relevante para mamitis, registrados mensualmente por el Servicio Técnico de Calidad de Leche de Seragro.

Dado que los datos del RCS no siguen una distribución normal se han aplicado logaritmos neperianos para hacer el test estadístico y se han comparado las medianas del RCS (T1,2) de modo que los resultados son menos susceptibles de ser penalizados por valores extremos.

El programa estadístico utilizado por el departamento Hiprastats ha sido R Studio 1.1.453. En el estudio de la relación entre las características y el logaritmo del RCS se ha usado un modelo de regresión lineal con un nivel de confianza del 95%, introduciendo en el mismo la granja como efecto aleatorio.

RESULTADOS

Tan solo se han desarrollado los resultados cuando el p-valor es menor a 0,1 aunque se han estudiado muchos más factores. Los resultados se muestran en las siguientes tablas en forma de mediana y rango intercuartílico y se consideran resultados significativos cuando el P-valor es menor de 0,05.

Factores fijos.

Factores fijos.	Variable	Número granjas	Mediana RCS (miles) y RI	P-valor
Máquina ordeño	Retirada***			<0.01
	Automática	142	199(153-257)	
	Manual	125	228(174.75-294)	
	Máquina ordeño*			0.0114
	Cántara	3	299.5(249-361.75)	
	Circuito	43	227(177-293)	
	Robot	12	237.5(181.25-313.75)	
	Sala	212	207(158-257)	
	Marca*			0.048
	Distribución sala*		0.028	
	Doble	179	205(157-266)	
	Simple	34	231(179-294)	
	Línea***			<0.001
	Alta	85	227(176-294)	
	Media	21	240(183-309)	
	Baja	163	201(155-262)	
	Sistema ordeño***			<0.001
	Conducción	210	204(156-266.5)	
	Transporte	51	233.5(184-294)	
	Tipo Pulsación			0.090
	Alterna	254	211(160-273)	
	Simultánea	6	268(196.5-333)	
	Variador*			0.026
	No	207	217(164–281)	
	Sí	64	200(155-257)	
	Retirada automática***			<0.001
	No	143	226(174-294)	
	Sí	131	198(153-256)	
Alimentación	Sistema potabilizador			0.098
	No	199	217(165-278)	
	Sí	65	201(156-267)	
	Alimentación vacas secas*			0.036
	Correcta	2125	204(158-263)	
	Mejorable	435	248(185–312.5)	
Instalaciones	Cubículos**			0.006
	Bien dimensionados	142	200(155-257)	
	Dimensión mejorable	112	226(171.25-290)	
	Material cama**			0.006
	Arena	35	181(144.25-225)	
	Caucho	48	208(165-267.25)	
	Caucho+material	39	208(156-265)	
	Cemento	27	261(185-323)	
	Paja	19	217(156-282.25)	
	Serrín	30	227.5(176-304)	
	Serrín+carbonato	53	201(154-257)	
	Otros	12	211(161-275)	
	Rascadores**			0.004

No	221	219(167-285)	
Sí	49	185(145-236)	
Arrobadera			0.058
No	167	220(164-289)	
Sí	106	202(158-256)	

Factores variables:

Factores variables:	Variable	Número casos	Mediana RCS (miles) y RI	P-valor
Valoración rutina de ordeño	Limpieza*			0.012
	Correcta	7887	209(160-268)	
	Mejorable	1517	232(170-304)	
	Tiempo ordeño***			<0.001
	Bueno	6016	206(158-264)	
	Regular	2899	218(166.5-284)	
	Malo	443	267(193-333)	
	Retirada***			<0.001
	Correcta	6138	207(159-269)	
	Sobre-ordeño	3210	221(168-284)	
Valoración máquina de ordeño	**Regulador***			<0.001
	Correcto	8441	210(160-272)	
	incidencia	759	234(172-296.5)	
	Prueba Reserva*			0.010
	Correcta	6944	205(158-266)	
	Deficiente	1067	248(191-309)	
Alimentación	**Manejo frentes silo****			0.002
	Correcto	6489	206(157-270)	
	Mejorable	2003	232(180-293.5)	
	Tª y aspecto comida**			0.007
	Correcto	6005	207(157-296)	
	Mejorable	2591	228(173-292)	
Instalaciones	**Estado camas*****			0.001
	Correcto	5432	201(154-259)	
	Mejorable	3869	225(173-287)	
	Limpieza comedero**			0.003
	Correcta	7785	207(159-266)	
	Mejorable	1736	240(176-303)	
	Limpieza bebederos**			0.002
	Correcta	8001	205(158-266)	
	Mejorable	1520	251.5(191-305)	
	Limpieza vacas ordeño*			0.021
	Correcta	6728	208(159-266)	
	Mejorable	2814	225(170-290)	
Secado	**Duración secado***			0.020
	Corto(30-45 días)	157	243(197-349)	
	Medio(46-60 días)	1508	201(152-264.25)	
	Largo (>60 días)	795	224(173-281)	

Se estudiaron variables como provincia, rutina de ordeño y ventilación entre otras y no se encontraron diferencias significativas para este grupo de granjas.

DISCUSIÓN

Se aprecia una fuerte relación entre aspectos como las máquinas de ordeño, la pauta de ordeño, la alimentación, el diseño de las instalaciones, el confort de los animales y las características del secado con el RCS en tanque. No obstante, se trata de un estudio bivariante, en el que no se analiza la relación entre las distintas variables explicativas, estando algunas de ellas muy vinculadas, por ejemplo, la limpieza de comedero y bebederos.

EVOLUCIÓN DE 31 GRANJAS POSITIVAS A PROTOTHECA SPP EN LECHE Y LA RELACIÓN CON SUS VALORES EN EL RECUENTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS Y RECUENTO BACTERIOLÓGICO

Jubert A Lázaro M

INTRODUCCIÓN

El *Laboratorio Interprofesional Lechero de Catalunya* (ALLIC) es una empresa especializada en el control de calidad de leche cruda y productos lácteos. Dispone de un departamento de diagnóstico veterinario especializado en la detección de patógenos causantes de mastitis. A partir del análisis de la leche del tanque se realiza una siembra en medios diferenciales para la detección y recuento de patógenos. Nos centraremos en el estudio de *Prototheca spp*. como agente causal de mastitis. *Prototheca spp* es un alga aclorofílica que se encuentra comúnmente en estiércol, cubículos, áreas de espera, suelo y agua. Se consideran dos formas de contagio: del ambiente a la vaca, y de vaca a vaca durante el proceso del ordeño. Al ser un alga, es un microorganismo resistente a los tratamientos antibióticos, por lo que es imprescindible la segregación y eliminación de las vacas positivas si se pretende eliminar el reservorio (1).

OBJETIVO

Evaluación de la prevalencia *Prototeca spp* obtenida en el cultivo de la leche de tanque de un total de 187 explotaciones en Cataluña a lo largo de los años 2016, 2017 y 2018, y su relación respecto a los valores de recuento de células somáticas (RCS) y bacteriología.

METODOLOGÍA

El cultivo de la leche de tanque se realiza en medio CGA (Glucosa Cloranfenicol Agar) con un volumen de siembra de 20µl. Las colonias sospechosas por morfología son confirmadas por tinción de Gram.

Se han evaluado, de cada granja, los resultados obtenidos tras el cultivo de una muestra mensual a lo largo de todo el año y durante los años 2016-2017-2018

RESULTADOS

Se analizan durante tres años 187 granjas en el cultivo de leche de tanque, obteniendo los resultados de la tabla 1. Consideramos una granja positiva si ha obtenido más de seis resultados positivos en un año.

Tabla 1

Evaluación de la repetibilidad de cada granja a lo largo de los tres años (Tabla 2). El objetivo es considerar si las muestras positivas siempre son detectadas o si se dan valores intermitentes.

Los resultados obtenidos son:

3% se consideran granjas positivas a lo largo de tres años.

3% de granjas dan resultados positivos intermitentes ligados, posiblemente, al nivel de excreción en leche y a la sensibilidad del método.

Tabla 2

Evaluación de la relación entre granjas positivas a *Prototheca spp* en leche y recuento de células somáticas (tabla 3):

Tabla 3

Los valores obtenidos de RCS hacen referencia al valor medio anual de cada granja a lo largo de los tres años evaluados.

Los análisis se realizan con Fossomatic™FC mediante la técnica de citometría de flujo, que permite el RCS tras la tinción del ADN.

Evaluación de la relación entre granjas positivas a *Prototheca spp* en leche y recuento bacteriológico: (tabla 4)

Los valores obtenidos de bacteriologia hacen referencia al valor medio anual de cada granja a lo largo de los tres años evaluados. Los análisis se realizaron mediante BactoScan™, equipo que se basa en la técnica de citometría de flujo y que permite el recuento de bacterias presentes en el tanque.

Tabla 4 Conclusión

Se concluye que la prevalencia de granjas positivas, a lo largo de estos tres años, se ha mantenido entre un 15-17%. Desconocemos si ha habido alguna actuación en esas granjas para identificar el foco de contaminación o para eliminar las vacas positivas a *Prototheca spp*, dada su resistencia al tratamiento con antibióticos.

En relación a los RCS presentes en las granjas positivas: no se observa una relación directa que implique un aumento en los RCS ya que, en ninguna de las granjas positivas se superan los valores permitidos por la legislación. No podemos asegurar que las *Protothecas spp* aisladas en el tanque de leche provengan exclusivamente de vacas infectadas o si son de origen ambiental. Para poder afirmar que las *Protothecas spp* son de origen mamítico se debería realizar un cultivo individual de la leche de cada vaca y compararlo con los resultados del análisis de células somáticas individualizado y valorar el número de animales positivos en relación con el RCS del tanque.

Respecto a los valores obtenidos de bacteriología, no se observa un incremento bacteriológico significativo a lo largo de los tres años evaluados en aquellas granjas positivas a *Prototheca spp*.

No se puede concluir que separar la leche de las vacas con *Prototheca spp.* afecte al RCS ni la bacteriologia ya que en este estudio no se ha podido llevar a cabo.

(1) National Mastitis Council. 1999. Laboratory Handbook on Bovine Mastitis. National Mastitis Council, Madison,WI

ESTUDIO DE CEPAS DE *STAPHYLOCOCCUS SPP, STREPTOCOCCUS SPP Y ENTEROCOCCUS SPP* EN MUESTRAS RECOGIDAS EN EXPLOTACIONES DE VACUNO LECHERO EN ARAGÓN

Espada Aguirre M, Ortega Rodríguez C, Orós J, Ramos J, Figueras L

ABSTRACT

This study was carried out on 24 bovine Frisian cows farms in Aragon. The objective was to know the distribution of *Staphylococcus spp*, *Streptococcus spp* and *Enterococcus spp strains* according to different origins and factors such as animal, environment and human interactions. Also, the interaction between the different species and the farm environment has been studied.

RESUMEN

Estudio realizado en campo sobre un total de 24 explotaciones de ganado vacuno de Aragón.

El objetivo ha sido analizar la presencia de tres géneros de bacterias Gram positivas (*Staphylococcus spp, Enterococcus spp* y *Streptococcus spp*) en relación con el origen y factores como el animal, el entorno o la interacción con las personas. Igualmente se ha valorado la interacción entre las diferentes especies bacterianas aisladas y el ambiente en la explotación.

PROYECTO

Este estudio se ha realizado en 24 granjas de vacuno lechero de raza Frisona de Aragón. El desarrollo del estudio comenzó con un primer análisis de la situación. El trabajo se ha centrado en aquellos grupos de microorganismos Gram positivos que más frecuentemente son aislados en patología mamaria: *Staphylococcus spp*, *Streptococcus spp* y *Enterococcus spp*.

El trabajo se desarrolló en dos fases a lo largo de varios años de trabajo, siendo la primera la toma de muestras y aislamiento de patógenos en muestras de leche de tanque de las explotaciones incluidas en el estudio. Posteriormente, en la fase 2, se seleccionaron cinco explotaciones de las 24 iniciales, aquellas seleccionadas tenían en común el factor de presencia de *Staphylococcus aureus* en leche de tanque. En estas cinco explotaciones se realizó una toma de muestras a tres niveles: sobre el animal, sobre las instalaciones, sobre el personal. En los animales se tomaron muestras de superficie de ubre y de cavidad nasal, tambien se tomaron muestras de leche al azar identificando en la toma de muestras, aquellos animales con alto recuento celular en la realización de California Mastitis Test. En las instalaciones se tomaron muestras de zonas en contacto con animales (comederos y bebederos) y en zonas en contacto con personas (mandos de lavadora, pomos de puertas). En las personas que trabajan en las explotaciones se tomaron muestras en el espacio interdigital de las manos.

RESULTADOS

En la primera fase del trabajo, correspondiente a los aislamientos en leche de tanque, se aislaron gérmenes de los tres grupos estudiados, presentándose en mayor porcentaje (52,9%) los pertenecientes al género *Enterococcus spp*, seguidos de *Staphylococcus spp* con un 38,2% y por último *Streptococcus spp* con un 8,8%.

Dentro de cada género, se procedió a la clasificación por especies. Dentro del género de *Staphylococcus spp* se ha encontrado la mayor variabilidad, aislando 9 especies diferentes, siendo las más frecuentes *S. chromogenes* con un 30,7%, seguido de *S.simulans* con 15,45% y por último *S.aureus* con un 4,17%.

En el género de *Enterococcus spp,* tiene dos especies que son más frecuentes, *Enterococcus faecium* con un 61,10% y *Enterococcus faecalis* con un 22,20%.

En el género de *Streptococcus spp*, que es el grupo menos aislado, los aislamientos se dividen en los tres grupos *Str. dysgalactiae, Str. uberis, Str. sanguis* con igual proporción.

En la segunda fase de aislamientos, recogiendo muestras tanto de los animales directamente (en muestras de leche individuales, como directamente sobre la superficie de la ubre del animal, o en cavidad nasal), en las instalaciones (comederos, bebederos, zonas de contacto del personal) y en personal en contacto con los animales. En esta segunda parte del estudio, se muestra una clara significación estadística, p=0,0014, que confirma la relación entre la especie aislada y el origen. El mayor porcentaje de aislamientos de *S. aureus* corresponde a muestras tomadas de forma individual en cuartos con alto recuento de células somáticas lo que confirma el carácter patógeno contagioso de ese germen. En lo relativo al resto de especies aisladas, se han aislado en escasos orígenes, siendo prácticamente aislados en

exclusividad en la ubre de las vacas siendo negativo en el resto de orígenes.

En el gráfico de aislamientos de *Enterococcus spp,* se ha aislado en todos los orígenes estudiados, observándose que las dos especies más aisladas *E. faecium* se aisla en seis orígenes diferentes, tanto de animales como del entorno, en leche tanto de animales sanos como con mamitis, en comederos, en bebederos, en superficie de ubre y fosa nasal, es decir, aparece en casi todos los orígenes estudiados de animales y entorno. Sin embargo, a pesar de ser patógeno humano no se ha aislado en personas.

E.faecalis, se aisla en cinco de los orígenes diferentes, en leche tanto de animales sanos como con mamitis subclínica, en superficie de ubre, en fosa nasal, y en espacio interdigital de mano del personal. Respecto a *Enterococcus spp*, hay que destacar que en frecuencia el más frecuente es *E. durans*, y se aisla predominantemente de elementos del entorno, bebedero y comedero lo que ratifica su carácter ambiental y presencia habitual en superficie de instalaciones.

En el caso de *Streptococcus spp* se ha aislado en gran parte de los orígenes estudiados. Predomina la presencia de *S. uberis, S. agalactiae, S.dysgalactiae* en leche de animales mamíticos y sanos (patógenos habituales de localización mamaria) aunque también en leche se aíslan algunas especies más relacionadas con personas que con animales como es el caso de *S.mutans* y *S. sanguis*. Por otra parte, se ha aislado *S.bovis* en fosa nasal, localización habitual de dicho patógeno, microorganismo que también se ha aislado en superficie de ubre.

CONCLUSIONES

En tanque de leche se han aislado, cepas de los tres géneros bacterianos Gram positivos, que centraban el estudio *Staphylococcus spp, Streptococcus spp y Enterococcus spp,* siendo *Enterococcus spp* el más prevalente.

La prevalencia de *S. aureus,* uno de los microorganismos de referencia en vacuno de leche que además tiene importancia en salud pública, es baja (4,17%). Probablemente puede tener su explicación es la presión ejercida por el trabajo de calidad de leche realizado a lo largo de los años (junto con otras medidas de bioseguridad aplicadas sistemáticamente).

En el caso de *Enterococcus spp* se han aislado más cepas en la segunda fase del estudio que en la primera siendo las especies más prevalentes *E. faecium* y *E. faecalis*, especies de importancia en Salud pública.

En el caso de *Streptococcus spp*, si bien la prevalencia ha sido muy baja, predominando las muestras aisladas directamente de la ubre de los animales.

** (Este trabajo ha sido desarrollado dentro de las actividades de los proyectos de investigación:Zoonosis (Grupo emergente / Gobierno de Aragón) y Proyecto GIIS023 Micosis y Nocardiosis (Instituto de Investigaciones Sanitarias de Aragón)).

VARIOS

ESTUDIO DE COMPETITIVIDAD DE LA GANADERÍA BOVINA EN DOS MUNICIPIOS DE LA COSTA DE OAXACA

Durán E, Sánchez V, Ruíz A

Los estudios de competitividad en las diferentes actividades económicas han sido de gran importancia durante los últimos años ya que ha marcado la pauta para el planteamiento y aplicación de políticas públicas que a través de programas gubernamentales se han visto favorecidos o no a los diferentes actores que intervienen en la economía de un país. Es así que partiendo desde los diferentes conceptos de competitividad se pueden encontrar algunas similitudes, entre ellos, la producción y comercialización de bienes y servicios al mercado internacional, la reducción de costos, la diferenciación de productos, la focalización de nichos de mercado, etc.

Para el caso particular de la agricultura se han incorporado otros elementos como los culturales, el medio ambiente, la calidad del recurso humano y ubicación especial, entre otros, de modo que se define la competitividad de la agricultura como un proceso de transformación que beneficia a determinados actores económicos sobre todo a los que se dedican a la comercialización, el tamaño de la empresa, el acceso a activos, nivel tecnológico, cercanía a los recursos naturales, puntos de venta, acceso a la información, infraestructura y mano de obra calificada son algunas de las ventajas que permiten entrar a los mercados (Fernández, 2010).

El caso específico de la ganadería bovina de carne tiene una gran importancia para el Estado de Oaxaca, ya que genera un valor de 3665,27 millones de pesos anuales y participan alrededor de 39 300 ganaderos, sin embargo se carece de infraestructura para la engorda y procesamiento del producto para el mercado final. El sistema de producción es de doble propósito y se desarrolla en forma extensiva, contando con unidades de producción con bajos parámetros de productividad, ofreciendo al mercado becerros destetados que son acopiados por intermediarios que abastecen a los corrales de engorda del centro del País (FIRA, 2014).

El presente estudio se realizó en los municipios de Villa de Tututepec y Santiago Pinotepa Nacional pertenecientes a la Región de la costa del Estado de Oaxaca, la edad promedio de los productores fue de 59 años de edad, los cuales el 35 % de ellos estudiaron una licenciatura, el 23 % cursó estudios de secundaria y otra proporción similar estudiaron la primaria, el resto manifestó no contar con ningún estudio. En general el pastoreo es extensivo, en donde solo el 4 % ordeña de manera manual, el resto no aprovecha la leche, el tipo de identificación de los animales es con aretado y herraje en un 50 %, la reproducción se realiza de manera libre y con un solo semental, el manejo sanitario se realiza mediante la desparasitación y vacunación cada seis meses y no se lleva ningún tipo de registro administrativo ni económico.

La metodología para obtener el índice de competitividad fue el de Sheafer-Kenhnert (1981) y Rodríguez et al., (2013), que obtiene indicadores como el valor bruto de la producción, la remuneración al capital, el ingreso neto o ganancia neta y el indicador principal derivado del análisis de ingreso denominado valor agregado (VA). El indicador específico de la competitividad a nivel de unidad de producción que se utiliza es el planteado por Morris (1990); Padilla, (1992); Puente (1995), denominado Relación de Costo Privado (RCP).

Los resultados se clasifican en tres estratos de acuerdo con su nivel de competitividad: el estrato uno con competitividad negativa; el estrato dos, competitiva y el estrato tres, en vías de competitividad. Puente (1995) considera que un sistema agrícola cuanto más competitivo sea su indicador de competitividad o relación de costo privado se acerca más a cero.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se encontró que en promedio los productores cuentan con 27.5 hectáreas generalmente de tipo ejidal, donde el promedio de animales es de 40 animales entre vientres, sementales, vaquillas y becerros. La mano de obra promedio es de 17.5 meses, ya que el productor trabaja durante todo los meses del año, y el 30 % llega a contratar personal para el cuidado de los animales.

Las unidades de producción de acuerdo a la clasificación presentada en la metodología, fue en un 27 % en vías de competi-

tividad, lo que indica que las ventas son suficientes para pagar los gastos de operación pero no los gastos por mano de obra, obteniendo un valor agregado intermedio. El 38 % resultaron competitivas ya que las ventas generadas fueron las más altas impactando directamente en el valor agregado, logrando cubrir todos sus gastos y generando ganancias. Con el 33 % se encontraron unidades de producción en competitividad negativa, esto es debido a que las ventas resultaron insuficientes para cubrir los costos de producción.

BENCHMARKING DE LOS INDICADORES DE RENDIMIENTO DE 187 GRANJAS ROBOTIZADAS EN 2018

Trillo Y

OBJETIVOS: describir la variación de los indicadores de rendimiento entre granjas robotizadas Lely 2018 en la zona de Galicia, Asturias y Cantabria.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se recogieron datos de 187 granjas con al menos 2 meses de ordeño (60 de las cuales comenzaron en 2018). Estas ordeñaron de media 63 vacas en un robot (x=126), 125 vacas en 2 robots (x=41), 188 vacas en 3 robots (x=13) y 250 vacas en 4 robots (x=7).

Los parámetros se recogieron de la base de datos Lely Benchmark para observar la variación entre granjas a partir de la media anual 2018 por granja:

Media de producción diaria: media de los kg de leche producidos por vaca en 24h. Media del número de ordeños por vaca en 24h.

Velocidad de la leche: Kg/min.

Tiempo de tratamiento: sumatorio del tiempo empleado en el pre-tratamiento (masaje y limpieza con cepillos) y pos-tratamiento (sellado).

Tiempo libre: es el porcentaje de tiempo que el robot está sin trabajar y con la puerta abierta.

Intentos de conexión: número de veces que se detectaron pezones pero el robot no ha conseguido conectarse con ninguno.

Numero de fallos: puede deberse a una parada automática del robot, parado por el usuario, pezones no encontrados, tiempo de conexión alargado, tiempo muerto de ordeño (tiempo previo al inicio del flujo de leche = 0), tiempo de ordeño nulo (duración del flujo de leche = 0).

Kg concentrado: media de los kg de concentrado suministrados en robot por vaca en 24h.

Minutos de rumia: media de los minutos de rumia en 24h (medidos por collares marca Nedap o SCR).

Los resultados de cada parámetro se expresan en los valores de referencia para un diagrama de cajas: minímos, máximos, quartil 25, quartil 75 y quartil 50 o mediana.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

TABLA

187 ganaderias	kg leche /v/d	Ordeños /v/d	veloc leche (kg/min)	Tiempo tratamiento (min)	% tiempo libre	Intentos de conexion	Fallos	kg concentrado /v/d	Min rumia
Min	17,2	2,1	1,9	1,6	1,5	1,2	1,5	4,3	370
Q1	31,4	2,7	2,7	1,9	9,7	1,3	2,9	4,2	447
Mediana	34,7	2,8	2,9	2,1	16,7	1,4	4,3	5,0	472
Q3	37,6	3,0	3,1	2,3	26,2	1,5	6,2	5,7	529
Max	47	3,5	3,7	4,3	57,6	1,7	22,8	7,2	585

Se observa una gran dispersión de los datos debida al tipo de ganadería y el manejo, ej. granjas en pastoreo con menos kg de leche, menos ordeños y más tiempo libre. El 25% de las ganaderías obtuvieron más de 37 kg de leche/vaca/d de media, y se realizaron más de 3 ordeños. El número de ordeños se ve favorecido por el flujo de leche, así como el tiempo libre, que a su vez también varía con el tiempo que ocupan las vacas en el tratamiento, el tiempo que pierde el robot intentando conectar pezoneras y los fallos que se puedan generar. Se observó que los robots tuvieron una alta ocupación, bien porque las vacas tenían una baja velocidad de leche o porque el número de asistencias al robot era elevado. Lely recomienda un tiempo libre del 10-15% necesario para que todas las vacas puedan asistir de forma libre y fluida al ordeño. Los intentos de conexión no solo varían con la conformación genética de la ubre, sino también con la cantidad de leche que lleva la vaca, con lo cual conviene revisar los ajustes de acceso al ordeño si los intentos suben de 1,5 (en ocasiones, la conformación de la ubre no es suficiente para realizar una conexión exitosa, pudiendo modificar los kg de leche a partir de los cuales se realizará el ordeño así como el número mínimo y máximo de ordeños en 24h).

La media de kg de concentrado en el robot se mantiene muy consistente entre granjas ya que se trata de un punteo que favorece a las vacas más productoras dentro de cada rebaño. La rumia podría variar con el tipo de forraje, los kg de concentrado no solo en el robot sino en el pesebre y los valores de Ingesta de Materia Seca Total.

CONCLUSIÓN

El Benchmarking permite que todas las ganaderías del Lely Center puedan compararse entre sí en cuanto a parámetros básicos de rendimiento en el robot y puede utilizarse como una herramienta para encontrar oportunidades de mejora. Sin embargo los valores pueden ser discutibles en ciertos casos ya que cada ganadería tiene unos objetivos, que pueden variar con el tipo de manejo y orientación productiva (raza-genética, calidades, producciones, etc.)

GESTIÓN

CASO PRÁCTICO: IMPACTO DE LA SOBREPOBLACIÓN EN ORDEÑO AUTOMATIZADO CON TRÁFICO LIBRE

Trillo Y

OBJETIVO

Describir el comportamiento de los animales con entrada libre al robot en condiciones de sobrepoblación.

Material y métodos: granja con 3 robots de ordeño A3 de segunda mano (medición volumétrica de leche) instalados el 08/02/2018. Se recogieron datos por medio del T4C (Software de manejo Lely) y visitas a la granja en un periodo de 300 días en ordeño (sin incluir el primer mes considerado periodo de adaptación).

Las dimensiones del espacio disponible en ambos lotes se presentan en la Figura 1. Figura 1. Dimensiones del establo (R - robot).

El comportamiento de los animales se describe en la Tabla 1 para ambas localizaciones.

Dos lotes	Vacas / robot	% sobre-población cubículos	% sobre-población cornadi-zas	% tiempo libre	Media ordeños/ vaca/d	Media Litros/ vaca/d
Lote un robot	50 (47 –55)	120 (112 – 131)	97 (89-104)	16 (8 –37)	3,0(2,2-3,5)	41,2 (29,4-49,9)
Lote dos robots	60 (55 –66)	117 (108-118)	149 (138-164)	17 (7 – 37)	2,0 (1,2-2,5)	36,48 (29,9-42,6)

Tabla 1. Descripción de ambas localizaciones y comportamientos de ordeño en 300 d consecutivos.

Además, el rebaño experimenta una serie de mamitis clínicas que arrastra de la sala. En Julio el asesor de calidad de leche decide cambiar el ajuste de ordeño robotizado a 42 Kpas fijas bajo su responsabilidad. El informe de análisis de salud de ubre recoge los avisos relacionados con color, conductividad y temperatura de leche. Se registraron una media de avisos de 4 (2 – 7) en el robot aislado y de 12 (8 – 25) avisos en el lote de los dos robots juntos. También se emplearon datos del LIGAL para el análisis.

Inicialmente el ganadero mezclaba todos los animales de forma aleatoria en ambas localizaciones. Desde el inicio, las vacas experimentan dificultades para la entrada en los robots teniendo que recoger entre el 15 - 25% de vacas en el lote de dos robots y 12-20% en el robot aislado, en función del informe 'vacas en retraso' considerando ausentes vacas con más de 10h.

Tras la observación de los datos y las decisiones tomadas por el ganadero, se estudió un periodo de 70 d antes y después del comienzo de la implantación de cambios, que coincide también con cambio de nutricionista (formula una ración para menor acidosis teórica) 15d antes de que el ganadero decidiera implantar los consejos de Lely. Dicho nutricionista solo se mantiene activo 85d.

Para la estadística descriptiva se utilizaron medias (min-max), la correlación de Pearson y t Student para dos muestras (P<0,01).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Recomendaciones proporcionadas por el departamento FMS de Lely:

Restablecer los ajustes de ordeño a valores defecto Lely (44Kpas y vacío en función del flujo).

Separar hacia el robot aislado las primíparas: evitar nuevos contagios a nivel de ubre y posibles competencias por jerarquía en el lote de dos robots.

Eliminar una fila de bebederos en el pasillo central para favorecer el tráfico fluido en el frente de los robots.

Lote de dos robots: mejorar el confort durante el ordeño dirigiendo los ventiladores hacia el box de ordeño en lugar de las camas.

Secar vacas con menos de 20 litros para reducir la sobrepoblación.

Disminuir los segundos del tiempo de tratamiento (fase de masaje y limpieza pre- ordeño y fase de sellado post-ordeño), a pesar de las mamitis, para aumentar el tiempo libre del robot (aumentando la disponibilidad para el ordeño a otras vacas).

La sobrepoblación a nivel de cornadizas fue proporcionalmente mayor en los robots juntos vs el aislado. Sin embargo, a nivel de cubículos la sobrepoblación entre ambas localizaciones fue mayor en el robot aislado. Y se recogieron más de 10 vacas en retraso/robot/d en los dos robots vs el robot aislado. En la Tabla 2 se describe la evolución de la localización problema antes y después de la implantación de los cambios.

Lote dos robots (Media, min-max)	So-brepo-blación (%)	Leche total (L)	Media Orde-ños (num)	Tiempo libre (%)	Con-centra-do/100 kg leche (kg)	Ratio grasa/ proteina
Antes	121 (117 – 128)	4557 (4070-4940)	2,6 (2,2-2,8)	10,3 (5,8-18,8)	15,2 (13,3-17,4)	1,0 (0,9-1,0)
Después	114 (109 – 121)	4653 (4246-4936)	2,8 (2,1-2,9)	11,1 (6,0-18,4)	14,5 (13,8-15-3)	1,0 (1,0-1,1)

Tabla 2. Descripción del estado del rebaño con dos robots 70 días antes y después de la implantación de cambios.

A medida que se disminuye el número de vacas se incrementa la media de litros/v/d (P<0,01; R^2= - 0,42). Se observó un incremento de la media de ordeños cuando disminuyó el número de animales (P<0,01; R^2= -0,21), lo que explica menos vacas en retraso. Esto a su vez deriva en menos avisos en salud de ubre ya que disminuyeron las pozas de leche en las camas y por tanto los contagios. También se observó una correlación positiva entre sobrepoblación y células somáticas de rebaño a lo largo de 288 d de muestras del LIGAL (P<0,05; R^2=0,02). El reducido espacio del pasillo trasero puede explicar las dificultades del flujo de vacas con respecto al robot aislado, y los retrasos pueden explicarse por el espacio disponible/vaca, que varió de media 7,6m^2 en el robot aislado a 7,0m^2/vaca en la localización con dos robots.

CONCLUSIÓN

Variar los ajustes de vacío en el robot Lely no ha producido cambios positivos, en todo caso, negativos, al menos en la situación descrita, coincidiendo con un incremento de células somáticas.

En tráfico libre el considerar el % de tiempo libre por robot entre 10-15% es clave para mantener un tráfico fluido y que no existan retrasos de vacas.

La sobrepoblación a nivel de cubículos y cornadizas se tradujo en escaso espacio disponible por vaca presente para explicar los retrasos de vacas en ordeño debido a un impedimento en la circulación fluida.

PRUEBA PILOTO DE UN NUEVO BIOSENSOR DE PARTO UNIDO A LA COLA EN VACAS LECHERAS

Mee JF, English L, Murphy JP

Calving is an unpredictable event. Ideally, farmers would like to be able to predict to within a few hours when a cow is going to calve. But, both the signs of impending calving and the ability of the observer to detect and interpret them are highly variable. Prediction of the onset of calving would potentially prevent dystocia and stillbirth at unobserved calvings and facilitate prompt colostrum feeding, especially for heifer calves, and calf removal, particularly in paratuberculosis-infected herds. More than a dozen indicators of impending parturition have been tested to develop commercial calving alarms. Currently available devices predict onset of calving from body temperature changes, abdominal contractions, tail elevation, restlessness, vulval separation or detection of ambient light or temperature. Some approaches only predict the day of calving (e.g. progesterone decline precalving) while others attempt to predict the hour of calving. One area which shows potential promise is detection of tail elevation precalving as this has been shown to be closely and uniquely associated with calving in cows. Ideally calving alarms would detect the onset of stage two of calving (when the farmer can possibly intervene) and differentiate between eutocia and potential dystocia.

The objective of this study was pilot-test a new biosensor to predict the onset of stage two of calving in dairy cows. The study was designed to detect any problems associated with *in vivo* testing of this pre-commercial prototype and to collect preliminary data from calvings to train the predictive algorithms.

The prototype device consisted of a tail-mounted sensor and a base station. The activity monitor was developed containing an accelerometer and other gravitational measurement devices. It was attached to the upper side of the cow's tail approximately 6 cm below the anus using a self-adhesive bandage wrap. Three behavioural changes were monitored: (1) tail raise frequency and duration (2) angle of tail raise and (3) bouts of standing/lying down. The sensor readings from the sensors on the cow's tail were communicated every 2 seconds via radio frequency to the base station where they were stored on micro-SD cards. The base station was connected to the GSM network over a range of c. 30m indoors, with a capacity for up to 20 tail units. The device was tested on 20 dairy cows on two farms. The device was on the cows for between 1 and 4 days precalving. The time of calving was established by 24 h staff supervision and CCTV.

Of the 20 cows, 12 calvings were monitored, (6 primiparae, 6 pluriparae); 5 unassisted, 6 easily assisted and 1 difficult. The reasons for the incomplete recordings were: the GUI (graphical user interface) format data could not be disaggregated enough to define trends in behavioural change (2 calvings), signal was poor, resulting in data not being received, or gaps in the data rendering it unusable (2), cows pulled the devices from each other's tails (2), laptop in hibernation failed to record the data being sent from the monitor (1) and antenna snapped off the receiver base (1). In recorded calvings, prolonged elevation of the tail (>30-45 degrees for >20 seconds and 4 repetitions within 60 minutes), either alone or in combination with an abnormal standing pattern (within a 30 min. period) were observed within 4 hours of all calvings (unassisted calvings 2 - 3.3h; assisted calvings 45 mins – 3h). However, some practical issues arose during this study with the tail-mounted sensor. Cows dislodged some devices from each other's tails. Further testing revealed this was due to the blue colour of the bandage; when this was replaced with a black bandage this problem stopped. Additionally, oedema formed in the tail at device attachment in some cows after three days of attachment. This was resolved by not placing the device on cows until they were closer to the point of calving and by not over-tightening the bandage wrap.

It is concluded that prolonged tail elevation combined with increased restlessness was predictive of imminent calving. The monitor was able to detect and record the pattern of calving behaviours and the algorithm was able to detect distinct onset of calving-specific behavioural change up to four hours before birth. Thus this prototype device shows potential to detect the onset of stage two of calving. Further study in a larger population of animals with this device is required to confirm these preliminary results.

SANIDAD

EVOLUCIÓN DEL VIRUS IBR TRES AÑOS DESPUÉS DE SU ENTRADA EN UNA GRANJA LECHERA QUE ERA LIBRE DE IBR

Turón L, Ordis P, Mato I, Barreto M, Campillo-Benéitez JP*

INTRODUCCIÓN

A principios de 2016 apareció un brote respiratorio en dos lotes de terneras de 3 meses de vida en una granja lechera del Nordeste de España, que contaba con unas 1200 vacas, 600 de ellas en ordeño.

Se realizó necropsia de dos bajas y se tomaron muestras de secreciones nasales de 8 animales para realizar PCR de IBR, BVD y BRSV (BOVIRESPcheck®, HIPRA). Los resultados fueron positivos a BRSV, resultado compatible con las lesiones observadas en las necropsias, pero también a IBR, dato muy llamativo porque la granja era libre de IBR desde hacía muchos años y se venían monitorizando periódicamente los anticuerpos frente a IBR en leche de tanque (MARKERcheck®, HIPRA), obteniendo siempre resultados negativos.

En el XXIII Congreso de ANEMBE , en Vigo, los mismos autores presentamos el poster "Eficacia en el bloqueo de la circulación vírica de IBR en una granja comercial", exponiendo los resultados tras 2 años de evolución. El poster que ahora se presenta, refleja la evolución durante 3 años, con el interés particular de que, en este último año, los lotes de novillas afectadas han tenido su primera cría y se han mezclado con el resto de vacas en producción de la granja.

DESCRIPCIÓN DEL CASO

Con la aparición de un brote puntual de problemas respiratorios en animales de 3 meses de vida en una explotación de vacas de leche, se identifica un lote de animales positivos a BRSV e IBR por PCR. Los animales no habían sido vacunados.

Se desconoce la vía de entrada del virus IBR en la explotación, negativa hasta la fecha, vallada y con medidas de bioseguridad aparentemente buenas, aunque se sospecha que el camión de recogida de terneros machos pueda estar relacionado.

El protocolo de vacunación usado hasta la fecha incluía la vacunación frente a BRSV, *Histophilus somni* y *Mannheimia haemolytica* a los tres meses de vida, revacunando un mes más tarde. Las novillas eran vacunadas y revacunadas antes de la primera IA, frente a IBR con una vacuna viva marcada y frente a BVD, PI3 y BRSV con una vacuna trivalente. Los animales adultos seguían un protocolo de vacunación en sábana frente a los mismos patógenos utilizando las mismas vacunas. El lote afectado no había sido vacunado, debido a un error.

Los dos lotes afectados se vacunaron de urgencia frente a BRSV, consiguiendo en unas 48 horas el control de los signos clínicos y la no aparición de nuevos casos

El hecho que estos animales no mostrasen clínica de IBR puede tener varias explicaciones: las terneras podían estar protegidas por los anticuerpos calostrales y la clínica respiratoria debida al BRSV pudo enmascarar la de IBR.

MEDIDAS EMPLEADAS

Como consecuencia a los resultados de seropositividad a IBR en animales jóvenes, el veterinario y el propietario decidieron comenzar un protocolo de vacunación contra IBR en edades más tempranas, vacunando frente a IBR a los animales a partir de tres meses con una vacuna viva marcada según el protocolo establecido en su SPC (HIPRABOVIS IBR MARKER LIVE®, HIPRA). El objetivo era bloquear de una manera eficaz la circulación de virus en la explotación.

SEGUIMIENTO DE CASO

Para valorar la eficacia del protocolo de vacunación y de la vacuna contra el IBR, el veterinario realizó un seroperfil de la granja en Noviembre de 2018 (RIDEcheck®).

El resultado obtenido de las sesenta muestras de suero sanguíneo analizadas refleja la prevalencia de IBR por grupos de edad. La prevalencia total de la granja es del 16%.

Por grupos de edad vemos que:

El grupo de animales de 6-12 meses tiene el 0% de positividad
El grupo de animales de 12-24 meses tiene el 0% de positividad
El grupo de animales de 1ª lactación tiene un 8% de positividad

El grupo de animales de 2ª lactación (lote afectado) tiene un 75% de positividad

El grupo de animales de más de 2 lactaciones tiene el 0% de positividad

La positividad del 8% en el grupo de animales de primera lactación puede explicarse por tratarse de un solo animal del grupo muestreado, que correspondía por edad al grupo infectado.

Tabla1. Resultados de la serología Nov 2018

	6-12 meses	12-24 meses	1ª Lactación	2ª Lactación	+de 2 lactaciones	Total
Nº Muestras	12	12	12	12	12	60
Prevalencia	0%	0%	8%	75%	0%	16%

CONCLUSIONES

El panel de diagnósticos ofrecidos por HIPRA ha permitido demostrar la circulación de dos virus: BRSV y IBR, en la explotación, identificar el grupo de animales positivos y seguir su evolución a lo largo del tiempo.

El objetivo de la vacunación, que es doble: minimizar la clínica y bloquear la circulación del virus, ha sido plenamente alcanzado. La vacunación semestral de la granja con HIPRABOVIS IBR MARKER LIVE, así como el adelanto de la primera dosis a los 3 meses de vida, han conseguido contener el virus IBR en el grupo de animales infectado originalmente, sin contagiar al resto de vacas que conviven en los mismos patios y sin contagiar a las terneras que han nacido del grupo infectado

DESARROLLO Y MEJORA DEL DIAGNÓSTICO DE LA CAMPYLOBACTERIOSIS GENITAL BOVINA

Horcajo P, Ortega-Mora LM, Fort M, Aduriz G, Osoro K, Román-Trufero A, Vázquez-Calvo A, Vázquez P, García-Latorre R, Collantes-Fernández E

La campylobacteriosis genital bovina (CGB) es una enfermedad de transmisión sexual incluida en la Lista de enfermedades de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) y cuyo agente etiológico es la bacteria *Campylobacter fetus* subespecie *venerealis*. Esta enfermedad es frecuente en las explotaciones de ganado bovino donde se usa la monta natural, causando fallo reproductivo temprano e importantes pérdidas económicas. La CGB junto con la trichomonosis bovina, son enfermedades que están presentes en las explotaciones de vaca nodriza españolas. Los resultados obtenidos por el servicio de diagnóstico de SALUVET-innova muestran una prevalencia de la CGB del 9,5% en los toros analizados. Los programas de prevención y control frente a la CGB están basados en el diagnóstico de la infección en el toro, siendo fundamental la capacidad de identificar con precisión a los animales infectados. El diagnóstico de la enfermedad se debe hacer de forma conjunta con la trichomonosis bovina, especialmente en zonas de ganadería extensiva, ya que ambas se asocian con fallo reproductivo temprano y comparten los mismos factores de riesgo. Para el diagnóstico de estas enfermedades en un rebaño, lo más recomendable es muestrear a los sementales en vez de a las hembras, debido a la persistencia de la infección en el toro, siendo el esmegma prepucial obtenido mediante un raspado la muestra de elección. El diagnóstico debe realizarse de forma anual en todos los toros precedentes de explotaciones que utilizan la monta natural (2 o 3 pruebas antes de la temporada de cría), especialmente si utilizan pastos comunales, y en los toros de nueva adquisición antes de entrar en un rebaño.

Aunque existen herramientas de diagnóstico disponibles para ambas enfermedades, en el caso de la CGB se ha cuestionado la especificidad de las técnicas de PCR que se utilizan para su diagnóstico, hecho que también sucede en España. Existe, por tanto, la necesidad de mejorar el diagnóstico molecular, optimizando las técnicas de diagnóstico de la CGB, teniendo en cuenta las características de las cepas circulantes en una determinada región, dada la posible variabilidad de las mismas. Todo ello permitirá un diagnóstico más preciso y poder tomar las medidas oportunas para su control.

El objetivo de este trabajo fue el desarrollo de una PCR en tiempo real para la detección de la infección por *C. fetus venerealis* que lograse mejorar, en cuanto a sensibilidad y especificidad, las técnicas existentes. Para ello se empleó el sistema de detección SYBR Green y diferentes combinaciones de cebadores, seleccionándose aquellos con una mayor eficiencia, sensibilidad y que no presentaban problemas de dímeros. La especificidad analítica de la técnica se determinó analizando diferentes cepas de referencia caracterizadas por pruebas bioquímicas y de crecimiento (*C. fetus venerealis, C. fetus fetus, C. sputorum* y *C. hyointestinalis*) cedidas por el Laboratorio de Referencia de la OIE de la Universidad de Utrecht en Holanda. Los mejores resultados se obtuvieron con la combinación de los cebadores CAMP F9 (5´-ATTAGTATTTGCAATATGTGAAG-3´) y qCAMPY_REV2 (5´-ACTTCCATAAAGCCTAGCTG-3´). Esta PCR en tiempo real fue específica para diferentes cepas de *C. fetus venerealis* y presentó un límite de detección equivalente a 0,75 copias del genoma, obteniéndose una curva estándar lineal de 7 logs (diluciones 10^{-1} hasta 10^{-7}). La validación y aplicabilidad de esta técnica para el diagnóstico de campo de la CGB se probó con un total de 100 muestras de esmegma prepucial de toros procedentes de explotaciones españolas, recibidas en

el servicio de diagnóstico de SALUVET-innova. Los resultados se compararon con la PCR convencional que se usa de forma rutinaria para el diagnóstico (Abril et al. Clin Microbiol Infect. 2007;13:993-1000), obteniéndose una concordancia "considerable" (? = 0,71). De las muestras positivas por la PCR convencional, solo se detectaron el 78,7% mediante la PCR aquí desarrollada, lo cual puede ser debido a problemas de especificidad de la PCR convencional como se ha observado previamente. Por este motivo, son necesarios más estudios que demuestren la aplicabilidad de esta técnica en muestras de campo y cepas de nuestro país. Sin embargo, la falta de una técnica de referencia adecuada para poner a punto un nuevo método diagnóstico es un obstáculo importante en el diagnóstico de la CGB.

La PCR en tiempo real aquí desarrollada podría resultar de utilidad para el diagnóstico de la CGB. Además esta PCR podría permitir el desarrollo de una PCR en tiempo real multiplex en un solo tubo para el diagnóstico conjunto de la trichomonosis y de la CGB.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos RTA2017-00076-00-00 y PLATESA2-CM P2018/BAA-4370. Agradecemos a la Dra. Graaf-van Bloois (Universidad de Utrecht) por la cesión de las cepas de referencia y a Irene Aguanell Martín por el apoyo en el laboratorio.

¿SON EFICACES LOS MACRÓLIDOS EN LA LUCHA FRENTE A *MYCOPLASMA BOVIS*?

*García-Galán A, Gómez-Martín AGarcía A, Tatay-Dualde J, Prats van der Ham M, Alcázar J, Corrales JC, Sánchez A, Contreras A, De la Fe C**

INTRODUCCIÓN

Mycoplasma bovis (MB) es un patógeno del ganado bovino distribuido a nivel mundial, asociado con neumonía, otitis media, artritis y mastitis (Maunsell et al., 2011). El uso de antimicrobianos (AB) del grupo de los macrólidos se encuentra muy extendido en ganadería cuando se trata de controlar la infección por este microorganismo, especialmente en procesos respiratorios (Gautier-Bouchardon, 2018). El estudio determina la eficacia *in vitro* de algunos macrólidos frente a un conjunto de aislamientos de MB de diversas características epidemiológicas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionaron 70 aislamientos de MB procedentes de 14 explotaciones ganaderas y obtenidos a partir de muestras de hisopo nasal (n = 42), auricular (n = 6), pulmonar (n = 4), esplénico (n = 1), hepático (n = 1) y muestras leche (n = 16). Se aplicó el método de la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) (Hannan, 2000) para estudiar el efecto *in vitro* de los macrólidos tulatromicina, gamitromicina, tildipirosina y espiramicina. Tras realizar la lectura de las placas, se registró el valor de CMI para cada AB. Por último, se calcularon los parámetros de CMI 50 y CMI 90.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todos los macrólidos evaluados mostraron valores altos de CMI (>128 µg/ml) en las tres categorías estudiadas (Rango de CMI, CMI 50 y CMI 90) tal y como refleja la Tabla 1. Los datos concuerdan con los resultados obtenidos en otros trabajos en los que también se ha detectado la baja eficacia *in vitro* de estos AB frente a MB. En los estudios previos a 2016, el valor de CMI 90 para la gamitromicina y la tildipirosina fue de 128 µg/ml, tal y como se ha registrado en este trabajo. Con respecto a la espiramicina, el rango de CMI que hemos obtenido es superior a lo observado en estudios previos, donde osciló entre 0.39->100 (Lysnyasnsky y Ayling, 2016).

Destaca además el caso de la tulatromicina, macrólido semisintético relativamente nuevo que, al igual que en este estudio, presentó valores de CMI >128 µg/ml en todos los aislamientos de MB franceses, si bien este porcentaje se reduce hasta el 27% en los aislamientos británicos (Ayling et al., 2014; Gautier Bouchardon et al., 2014; Lysnyasnsky y Ayling, 2016).

Los datos obtenidos sugieren la necesidad de conocer si las cepas circulantes en la explotación son sensibles a los AB escogidos para el tratamiento, a efectos de un control más efectivo de la infección por MB. En base a los resultados obtenidos en el presente estudio, sugerimos la necesidad de valorar otras alternativas terapéuticas al uso de macrólidos en la lucha frente a MB.

Tabla 1. Rangos de CMI (µg/ml), CMI 50 y CMI 90 de varios macrólidos frente a MB (n=70)

Macrólidos	Rango de CMI (µg/ml)	CMI 50 (µg/ml)	CMI 90 (µg/ml)
Tulatromicina	>128	>128	>128
Gamitromicina	>128	>128	>128
Tildipirosina	>128	>128	>128
Espiramicina	>128	>128	>128

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por el proyecto AGL2016-76568-R, Proyecto Retos del Ministerio de Economía y Competitividad, cofinanciado con fondos Feder. A. Garcia-Galan disfruta de un contrato predoctoral para la formación de doctores (Subprograma Estatal de Formación del Programa Estatal de Promoción del Talento y su Empleabilidad, BES-2017-080186).

REFERENCIAS

- Ayling R. D., Rosales R. S., Barden G., Gosney, F. L., 2014. Changes in antimicrobial susceptibility of Mycoplasma bovis isolates from Great Britain. Vet Rec, 175, 486. doi: 10.1136/vr. 102303.
- Gautier-Bouchardon A. V., Ferre S., Le Grand D., Paoli A., Gay E., Poumarat F., 2014. Overall decrease in the susceptibility of Mycoplasma bovis to antimicrobials over the past 30 years in France. PLoS ONE 9:e87672. doi:10.1371/journal.pone.0087672.
- Gautier-Bouchardon A., 2018. Antimicrobial Resistance in *Mycoplasma* spp., p 425-446. *In*Schwarz S, Cavaco L, Shen J (ed), *Antimicrobial Resistance in Bacteria from Livestock and Companion Animals* . ASM Press, Washington, DC. doi: 10.1128/microbiolspec.ARBA-0030-2018.
- Hannan PCT., 2000. Guidelines and recommendations for antimicrobial minimun inhibitory concentration (MIC) testing against veterinary mycoplasma species. Vet Res, 31(4):373-95.
- Lysnyasnsky I. and Ayling RD., 2016. *Mycoplasma bovis*: Mechanisms of Resistance and Trends in Antimicrobial Susceptibility. Front Microbiol. 7:595. doi: 10.3389/fmi.2016.00595.
- Maunsell, F.P., Woolums, A.R., Francoz, D., Rosenbush, R.F., Step, D.L., Wilson, D.J.,
- Janzen, E.D., 2011. *Mycoplasma bovis* infections in cattle. J. Vet. Int. Med. 25, 772-783.
-

MYCOPLASMA BOVIS Y MASTITIS SUBCLÍNICA: SUSCEPTIBILIDAD ANTIMICROBIANA FRENTE A FLUOROQUINOLONAS

*García-Galán A, Gómez-Martín AGarcía A, Tatay-Dualde J, Prats van der Ham M, Alcázar J, Lázaro M, Corrales JC, Sánchez A, Contreras A, De la Fe C**

INTRODUCCIÓN

La mastitis bacteriana es la enfermedad que ocasiona más pérdidas económicas en el sector del vacuno lechero por disminución de la producción láctea, desecho de la leche o animales infectados e incremento del coste terapeútico, siendo *Mycoplasma bovis* (MB) un agente infeccioso implicado en casos de mastitis además del síndrome respiratorio bovino (SRB) y casos de poliartritis u otitis (Wilson et al., 2007). En referencia al tratamiento con antimicrobianos (AB) frente a MB, el empleo de fluoroquinolonas se encuentra muy extendido. Este trabajo pretende determinar la sensibilidad *in vitro* de MB obtenidas a partir de muestras de leche de vaca individual frente a varios AB de este grupo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionaron 13 aislamientos de MB procedentes de muestras de leche obtenidas de vacas con mastitis subclínica en distintas explotaciones españolas. Se estudió el efecto *in vitro* de tres fluoroquinolonas (enrofloxacina, marbofloxaciono y danofloxacino) empleando la técnica de la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) (Hannan, 2000). Partiendo de un inóculo de 10^3-10^5 UCC/ml se evaluó un rango de concentración antimicrobiana de 128-0.0625 µg/ml en placas de 96 pocillos. Tras incubar las placas a 37º en atmósfera humedecida con 5% CO2 durante 48 horas, se registró el valor de CMI para cada AB. Finalmente, se calcularon los parámetros de CMI 50 y CMI 90.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores obtenidos (Rango de CMI, CMI 50 y CMI 90) quedan recogidos en la Tabla 1. En líneas generales, la susceptibilidad *in vitro* de los aislamientos de MB seleccionados frente a las tres fluoroquinolonas evaluadas es alta.

Estos resultados contrastan con los valores de CMI superiores al evaluar la eficacia de estos mismos AB frente a 25 aislamientos de MB procedentes de terneros sitos en diversos de cebaderos españoles (García-Galán et al., 2018). En dicho trabajo, el valor de CMI 90 (µg/ml) fue de 16, 64 y 8 para la enrofloxacina, marbofloxacino y danofloxacino, respectivamente. Los resultados obtenidos sugieren que el perfil de sensibilidad de MB frente a las fluoroquinolonas evaluadas podría diferir en función del origen de las muestras, bien sea de vacuno de leche o de terneros de cebo. Una hipótesis para explicar estas diferencias podría estar asociada al propio manejo de los tratamientos en ambos tipos de colectivos. Así, una vez administrado el fármaco en un ternero de cebo, se dispone de más tiempo antes de que su carne sea destinada a consumo humano. Sin embargo, al tratar a una vaca lechera con fluoroquinolonas se debe esperar a que finalice el periodo de supresión del fármaco antes de que la leche pueda ser destinada a consumo. Además, muchas vacas de leche son eliminadas de la explotación al confirmarse la presencia de MB. Esta hipótesis, asociada a un tiempo "de contacto" inferior entre el AB y el microrganismo, podría explicar algunas de las diferencias registradas en el perfil de sensibilidad antimicrobiana en función del tipo de muestra en que se aisló MB.

Tabla 1. Rangos de CMI (µg/ml), CMI 50 y CMI 90 de varias fluoroquinolonas frente a MB aislado en muestras de leche (n=13).

Fluoroquinolonas	Rango de CMI (µg/ml)	CMI 50 (µg/ml)	CMI 90 (µg/ml)
Enrofloxacina	<0.0625-8	0.125	0.5
Marbofloxacino	0.25-8	0.25	0.5
Danofloxacino	0.125 - 2	0.125	0.25

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por el proyecto AGL2016-76568-R, Proyecto Retos del Ministerio de Economía y Competitividad, cofinanciado con fondos Feder. A. Garcia-Galan disfruta de un contrato predoctoral para la formación de doctores (Subprograma Estatal de Formación del Programa Estatal de Promoción del Talento y su Empleabilidad, BES-2017-080186).

REFERENCIAS

- García-Galán A., Gómez-Martín A., García A., Tatay-Dualde J., Prats van der Ham M., Alcázar J., De la Fe C. Susceptibilidad antibiótica de aislamientos de *Mycoplasma bovis* procedentes de cebaderos españoles. Comunicación oral. XXIII Congreso Internacional ANEMBE de Medicina Bovina, pp.348 Vigo. Junio 2018.
- Hannan PCT., 2000. Guidelines and recommendations for antimicrobial minimun inhibitory concentration (MIC) testing against veterinary mycoplasma species. Vet Res, 31(4):373-95.
- Wilson D.J., Skirpstunas R.T., Trujillo J.D., Cavender K.B., Bagley C.V., Harding R.L., 2007. Unusual history and initial clinical signs of *Mycoplasma bovis* mastitis and arthritis in first- lactation cows in a closed commercial dairy herd. J Am Vet Med Assoc, 230:1519-23.

MYCOPLASMA BOVIRHINIS ESTÁ PRESENTE EN EL TRACTO RESPIRATORIO DE TERNEROS ESPAÑOLES AL INICIO DEL CEBO

*García-Galán A, Gómez-Martín AGarcía A, Tatay-Dualde J, Prats van der Ham M, Alcázar J, Sánchez A, Contreras A, Mas A, De la Fe C**

INTRODUCCIÓN

Mycoplasma bovirhinis (Mbvr) es un agente infeccioso que afecta al ganado bovino asociado principalmente con problemas de neumonía en bovinos, si bien, siempre se le ha atribuido un papel epidemiológico secundario en comparación con otros patógenos primarios implicados en el Síndrome Respiratorio Bovino (SRB), dada su aparente imposibilidad de ocasionar síntomas clínicos en solitario (Gourlay et al., 1979).

No obstante, el incremento de su presencia ha sido observado desde hace algunos años (Miles et al., 2004), lo que plantea dudas sobre su verdadero papel epidemiológico en el contexto de la enfermedad respiratoria en los cebaderos, que siempre se ha asociado a la presencia de infecciones mixtas con el resto de los agentes del SRB. Este hecho contrasta con el papel asignado a otras especies de micoplasma como *Mycoplasma bovis* (MB), considerado uno los principales agentes del mismo (Burki et al., 2015). El objetivo de este estudio es determinar la presencia de Mbvr en terneros al inicio del cebo, inmediatamente después de la llegada al cebadero, y evaluar si su presencia está asociada o no a la de MB.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el presente trabajo, se analizaron un total de 52 muestras recogidas en un cebadero bovino de la Comunidad Valenciana,

obtenidas de 28 terneros nacionales el día posterior de su llegada al cebadero. Se procesaron 52 hisopos nasales, los cuales se inocularon en medio de cultivo SP4 y se incubaron a 37ºC en un 5% de CO2. En las muestras en las que se determinó la presencia de micoplasmas, se llevó a cabo la extracción de ADN para proceder a la identificación a nivel de especie mediante secuenciación del gen 16S rRNA (Pettersson, 1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En 32 (61.5%%) de las 52 muestras analizadas, se detectó la presencia de micoplasmas. Entre los aislamientos de *Mycoplasma spp.*, se identificaron como Mbvr un total de 20 (62.5%), mientras que MB no se aisló en ninguna muestra.

Los datos obtenidos sugieren que Mbvr está presente en las explotaciones al inicio del cebo, lo cual indica, por el corto espacio de tiempo transcurrido, que los animales ya llegan infectados al cebadero. Aunque son necesarios más datos para comprobarlo, la presencia de Mbvr en esta fase, justo tras la llegada de los terneros al cebadero, puede generar algunas dudas sobre su función o participación en la enfermedad respiratoria, ya que los datos existentes sugieren su participación secundaria en procesos respiratorios ocasionados por otros patógenos (Miles et al., 2004). De hecho, en algunos casos, sólo se ha detectado en individuos sanos, y no en individuos con neumonía (Thomas et al., 2002). Curiosamente, en este caso, es la ausencia de MB al llegar al cebadero la que plantea dudas respecto de si Mbvr podría desempeñar un papel epidemiológico de interés al comienzo del cebo en relación con la posible aparición de sintomatología respiratoria más adelante.

Los datos recientes, evidencian la complejidad de las comunidades de microorganismos que habitan el tracto respiratorio bovino (Timsit et al., 2018), y la influencia de la interacción entre las diferentes especies se encuentra aun en fase de estudio. La presencia de especies como Mbvr *o M. dispar*, implicadas en casos neumonía (Ter Laak et al., 1992), debe por tanto ser estudiada más profundamente, y a ser posible, en el contexto de nuestros cebaderos.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por el proyecto AGL2016-76568-R, Proyecto Retos del Ministerio de Economía y Competitividad, cofinanciado con fondos Feder. A. Garcia-Galan disfruta de un contrato predoctoral para la formación de doctores (Subprograma Estatal de Formación del Programa Estatal de Promoción del Talento y su Empleabilidad, BES-2017-080186).

REFERENCIAS

- Bürki S., Frey J., Pilo P., 2015. Virulence, persistence and dissemination of *Mycoplasma bovis*. Veterinary Microbiology, 179: 15-22
- Gourlay RN., Howard CJ., Thomas LH., Wyld SG., 1979. Pathogenicity of some *Mycoplasma* and *Acholeplasma* species in the lungs of gnotobiotic calves. Research in Veterinary Sciences, 27, 233– 237.
- Miles K., McAuliffe L., Ayling RD., Nicholas RAJ., 2002. Rapid detection of *Mycoplasma dispar* and *M. bovirhinis* using allele specific polymerase chain reaction protocols. FEMS Microbiology Letters 241 (2004) 103-107.
- Pettersson B., Leitner T., Ronaghi M., Bölske G., Uhlén M., Johansson KE., 1996. Phylogeny of the *Mycoplasma mycoides* cluster as determined by sequence analysis of the 16S rRNA genes from the two rRNA operons". J Bacteriol Jul;178(14):4131-42.
- TerLaak EA., Noordergraaf JH., Boomsluiter E., 1992. The nasal *Mycoplasma* flora of healthy calves and cows. J. Veter. Med., Series B 39: 610–616.
- Thomas A., Ball H., Dizier I., Trollin A., Bell C., Mainil J., Linden A., 2002. Isolation of mycoplasma species from the lower respiratory tract of healthy cattle and cattle with respiratory disease in Belgium. The Veterinary Record 151(16):47. http://dx.doi.org/10.1136/vr.151.16.472.
- Timsit E., Workentine M., van der Mer F., Alexander T., 2018. Distinct bacterial metacommunities inhabitat the upper and lower respiratoy tracts of healthy feedlot cattle and those diagnosed with bronchopneumonia. Veterinary microbiology, 221, 105-113.

ROL DEL VETERINARIO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE MANEJO, SANIDAD Y BIENESTAR PARA UN USO RESPONSABLE DE ANTIBIÓTICOS EN EL GANADO BOVINO

Cuevas MI, Borge C, García-Bocanegra I, Sánchez JM

El uso inapropiado y/o indiscriminado de antibióticos contribuye a la aparición de bacterias multirresistentes. Los rumiantes domésticos lideran el consumo de macrólidos y cefalosporinas incluidos en la categoría 1 y 2 establecida por el Plan Nacional frente a la Resistencia a los Antibióticos (PRAN), respectivamente. Estos antibióticos son de crítica importancia para la salud humana debido al riesgo de aparición de multirresistencias. El empleo de medidas adecuadas de bioseguridad, manejo, bienestar, sanidad y nutrición previenen la aparición y/o diseminación de enfermedades, favoreciendo la disminución del uso de antibióticos. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la implementación de este tipo de medidas en el consumo de antibióticos durante el periodo de lactancia en el ganado bovino. Para ello, durante el periodo 2014 a 2018, se cuantificaron (media de miligramos de antibióticos consumido por ternero y año) y categorizaron (de 0 a 2, por restricción de uso según el PRAN) los antibióticos administrados a terneros lactantes de una ganadería comercial de 500 vacas de leche localizada en el Valle de los Pedroches (Córdoba). Así mismo, se determinó la mortalidad, ganancia media diaria de peso (GMD) y frecuencia de patologías (diarreas y neumonías) detectadas durante la fase de lactancia. Adicionalmente, se dividió el periodo de estudio en periodo 1 (2014 a 2016) y periodo 2 (2017 a 2018), coincidiendo con la ausencia e implementación del conjunto de medidas, respectivamente. La incorporación de una veterinaria al inicio del segundo periodo favoreció la implementación de dichas medidas, que incluyeron: la formación y supervisión del personal, la mejora de las medidas de profilaxis sanitaria (pautas vacunales, banco de calostro, evaluación del encalostramiento, precisión en el diagnóstico y tratamiento de las patologías del lactante) y medidas de bienestar (uso de mantas, mejora de instalaciones y desmoche). Finalmente, se evaluaron las diferencias entre periodos con respecto al consumo medio de antibióticos, la mortalidad, y la frecuencia de patologías. La GMD fue evaluada a partir de 2016 desde la incorporación del pesaje de las terneras. El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS *v.25* y los valores de $p<0,05$ se consideraron estadísticamente significativos. Se observó un aumento progresivo en la administración de antibióticos durante el primer periodo (500 mg/ternero en 2014 y 937 mg/ternero en 2016) y una reducción paulatina coincidiendo con la implantación de las medidas (554,5 mg/ternero en 2018). Cabe destacar la reducción drástica del uso de antibióticos de categoría 2, del 53% en el periodo 1 al 10% en el periodo 2 ($p=0,01$), a favor de aquellos de la categoría 0, del 18% al 60% en los periodos 1 y 2,

respectivamente. En terneros, el porcentaje de diarreas (64,3% a 39,8%; $p<0,01$) y neumonías (26% a 4,2%; $p<0,01$) disminuyó entre ambos periodos de estudio. En terneras, el porcentaje de diarreas totales se redujo del periodo 1 (64,3%) al periodo 2 (39,8%; $p<0,01$). El 100% de las diarreas fueron tratadas con antibiótico en el periodo 1, reduciéndose al 22% las tratadas en el periodo 2 ($p<0,01$). No se observaron diferencias en el porcentaje de neumonías entre ambos periodos. La GMD aumentó de 665 ± 12,3 gr/día en 2016 hasta 718 ± 9,03 gr/día en 2017 ($p<0,01$), manteniéndose estable posteriormente. Finalmente, la tasa de mortalidad en terneros y terneras disminuyó desde 2015 (12% y 10%, respectivamente) al 2018 (6% en ambos; p?0,01). Los resultados obtenidos en este estudio preliminar indican que el veterinario juega un papel fundamental en el uso racional de los antibióticos y el aumento de la eficiencia de la recría mediante la implementación de medidas de manejo, sanidad y bienestar. Es necesario realizar futuros estudios para determinar el impacto económico de dichas medidas.

PREVALENCIA DE VIRUS ENTÉRICOS EN CASOS DE DIARREA NEONATAL DEL NOROESTE DE ESPAÑA

Prieto A, Díaz P, López-Novo C, Díaz-Cao JM, López-Lorenzo G, Remesar S, García-Dios D, López C, Panadero R, Iglesias A, Quintela LA, Morrondo P, Díez-Baños P, Fernández G

Las diarreas neonatales representan una de las patologías que ocasionan mayores pérdidas económicas en las ganaderías de ganado vacuno, tanto de aptitud láctea como cárnica. Se trata de un proceso complejo y plurietiológico en el que pueden intervenir numerosos agentes víricos, bacterianos y/o parasitarios (Cho y Yoon, 2014). Las lesiones producidas por los enteropatógenos víricos se traducen en la aparición de diarreas por malabsorción, pudiendo favorecer además el desarrollo de otros patógenos secundarios, por lo que el conocimiento de los virus que puedan estar implicados en estos procesos es de suma importancia de cara al control y prevención de la enfermedad. Por estos motivos, el objetivo de este trabajo fue detectar la presencia de distintos virus entéricos que afectan al ganado vacuno (Rotavirus, Coronavirus, Norovirus, Torovirus y Nebovirus) en terneros menores de 30 días con diarrea, así como evaluar la posible existencia de infecciones víricas múltiples.

Para este estudio se recogieron 199 muestras fecales de terneros que presentaban signos de diarrea, procedentes de ganaderías de Galicia y Asturias. Para la detección molecular de los virus, primero se extrajo el ARN directamente de las heces (RNeasy Power Microbiome Kit, QIAGEN, Hilden, Alemania) y a continuación la presencia de los patógenos se analizó mediante qPCR utilizando kits comerciales (EXOPOL, Zaragoza, España).

En el 66,3% (132/199) de las muestras analizadas se detectó al menos uno de los cinco virus incluidos en el estudio. Rotavirus (40,2%; 80/199) y Norovirus (35,7%; 71/199) fueron los más prevalentes, mientras que Nebovirus (17,1%; 34/199), Coronavirus (9%; 18/199) y Torovirus (8%; 16/199) fueron menos frecuentes. Casi la mitad de los animales positivos (48,5%) presentaron infecciones mixtas con dos o más virus entéricos, siendo especialmente frecuentes las combinaciones de dos y tres virus (31,8% y 15,9% respectivamente). Cabe señalar que sólo hubo un caso en el que se detectasen cuatro o más virus. Dentro de estas infecciones mixtas, las combinaciones más habituales fueron Rotavirus + Norovirus en las coinfecciones por dos virus y Rotavirus + Norovirus + Nebovirus en las coinfecciones por tres virus. Por último, en aquellas muestras donde sólo se detectó uno de los cinco virus, el agente más prevalente fue Rotavirus, seguido de Norovirus, Nebovirus, Torovirus y Coronavirus (19,7%, 15,9%, 9,1%, 3,8% y 3% respectivamente).

Históricamente se ha considerado a Rotavirus y Coronavirus como los enteropatógenos víricos asociados más frecuentemente con la aparición de procesos diarreicos en el ganado vacuno. Sin embargo, en los últimos años se ha realizado un considerable avance en el conocimiento de otros virus emergentes que también se asocian con brotes de diarrea en terneros, como es el caso de Norovirus, Torovirus y Nebovirus; la capacidad de estos tres agentes para producir diarrea en terneros se ha demostrado de forma experimental, aunque algunos estudios también han identificado estos virus en animales sanos (Scott et al., 1996; Cho et al., 2013; Jung et al., 2014) . Los resultados de este trabajo indican que la presencia de enteropatógenos víricos, en muchos casos en forma de infecciones mixtas, es habitual en los procesos diarreicos de los terneros, destacando principalmente Rotavirus y Norovirus. En este sentido, resulta llamativo que Rotavirus continúe siendo el patógeno vírico más frecuente, a pesar de la disponibilidad de varias vacunas comerciales eficaces, mientras que otros patógenos como Coronavirus muestran prevalencias más bajas, al igual que en otros estudios realizados en terneros con diarrea en España (de la Fuente et al., 1998; García- Meniño et al., 2015). A la vista de los resultados obtenidos en este estudio, se plantean varias cuestiones: por un lado, las prevalencias obtenidas frente a las infecciones víricas "clásicas", especialmente Rotavirus, muestran la necesidad de revisar la eficacia de las medidas preventivas utilizadas en la granja, fundamentalmente el manejo de la vaca y el ternero neonato. Una correcta vacunación de las madres antes del parto y un adecuado encalostramiento del ternero permitirán mejorar la transferencia pasiva de anticuerpos y por tanto la inmunidad del neonato. Por otro lado, los virus denominados "emergentes", especialmente Norovirus, están presentes en un elevado número de terneros con diarrea. Debido a que el número de estudios sobre estos virus es todavía escaso, se necesita realizar nuevas investigaciones que permitan establecer el papel que juegan en la epidemiología de estos procesos, así como el posible efecto sinérgico o potenciador que pueda existir entre estos virus y el resto de enteropatógenos.

Este trabajo está financiado por el Proyecto de Investigación AGL2016-76034P (MICINN) y las ayudas para la Consolidación y Estructuración de Grupos de Referencia Competitiva (GRC2015/003, Xunta de Galicia) y Redes (2017-PG117, Xunta de Galicia).

Referencias

- Cho, Y., Han, J., Wang, C., Cooper, V., Schwartz, K., Engelken, T., Yoon, K., 2013. Case–control study of microbiological etiology associated with calf diarrea. Vet. Microbiol. 166, 375-385.
- Cho, Y., Yoon, K., 2014. An overview of calf diarrhea - infectious etiology, diagnosis, and intervention. J. Vet. Sci. 15, 1-17.
- de la Fuente, R., García, A., Ruiz-Santa-Quiteria, J.A., Luzón, M., Cid, D., García, S., Orden, J.A., Gómez-Bautista, M., 1998. Proportional morbidity rates of enteropathogens among diarrheic dairy calves in central Spain. Prev. Vet. Med. 36, 145–152.
- García-Meniño, I., Díaz, P., Gómez, V., Prieto, A., Fernández, G., Díez-Baños, P., Morrondo, P., Mora, A., 2015. Estudio de prevalencia de enteropatógenos implicados en la diarrea del ternero en Galicia. Boletín de ANEMBE 108, 33-37.
- Jung, K., Scheuer, K., Zhang, Z., Wang, Q., Saif, L., 2014.

Pathogenesis of GIII.2 bovine norovirus, CV186-OH/00/US strain in gnotobiotic calves. Vet. Microbiol. 168, 202-207.

- Scott, F., Holliman, A., Jones, G., Gray, E., Fitton, J., 1996. Evidence of torovirus infection in diarrhoeic cattle. Vet. Rec. 138, 284–285.

CONTRATAR CRÍA DE NOVILLAS LECHERAS: DEMOGRAFÍA Y AMENAZAS POTENCIALES DE BIOSEGURIDAD

McCarthy MC, Kennelly J, Byrne N, O'Grady L, Mee JF

With expansion of dairy herds in Europe after the abolition of the milk quota in 2015, farmers have been exploring ways of increasing milk output on a fixed land base. One way to achieve this goal is to move the non-lactating animals (calves and replacement heifers) off the milking platform to be reared by another farmer. Contract rearing (CR) involves moving dairy heifers from their source farm (SF) to another farm to be reared for a set duration and fee. This contract rearing model of dairy herd expansion has become more popular. However, this enterprise potentially presents unique biosecurity risks as animal movement is the most important route of disease transmission.

Recently (2018) an international (Teagasc, UCD, ICBF, AHI and DAFM, Univ. Gent, Belgium) research project was designed to investigate the biosecurity implications of CR (McCarthy *et al.,* 2018).

This longitudinal study will follow the performance (health, fertility and productivity) of home-and contract-reared heifers from birth to first lactation. A total of 120 dairy farms across 16 counties nationally were recruited; 66 farmers engaged in CR and 54 rearing heifers at home. Each farm was visited during spring 2018, autumn, 2018 and spring 2019 and will be visited twice yearly for the duration of the four year project. Heifers (~6,700) were weighed and health-scored (Wiscons1n scores) and blood, faecal and/or nasal samples were taken. Preliminary results to date are summarised here.

On average, dairy farmers practicing CR reared more heifers (n=68; 11-200) than control farmers (n=43; 10-164). The majority (52%) of source farmers sent their heifers out for rearing between 2 and 4 months of age and the majority (55%) expected to bring them back between 18 and 21 months of age. The majority (75%) of source farmers sent heifers to a CR farm in the same county. The most common CR arrangement was 1SF: 1CR (62%), followed by >1SF: 1CR (36%).

In conclusion, farmers who send their heifers for CR have larger than average herds (probably expanding herds) and most send their heifers between 2 and 4 months of age to a single CR within their county of origin. In over a third of CR arrangements more than one source herd of heifers is reared on the same contract rearing farm. This presents a biosecurity threat due to the risk of transmission of infectious agents between heifers from different source herds. When these heifers return to their home farms they will possibly carry new infections to which the home herd is naïve. Further data collection and analysis will allow a complete appraisal of the impact of CR on heifer lifetime performance and home herd biosecurity.

- McCarthy, M., Mee, J.F. and O'Grady, L. (2018) Contract Rearing – a disaster waiting to happen or a fundamental component of herd expansion? *Veterinary Ireland Journal*, 8: (8) 474-475.

PREVALENCIA DE E. COLI PRODUCTOR DE BLEE/AMPC Y CARBAPENEMASAS EN EXPLOTACIONES DE GANADO VACUNO DEL PAÍS VASCO

Tello M, Oporto B, Elguezabal N, Hurtado A

Los ?-lactámicos son una clase de antimicrobianos ampliamente utilizada en el tratamiento de infecciones tanto en medicina humana como veterinaria, que incluye las penicilinas, cefalosporinas y carbapenemes. La resistencia a los antibióticos es un grave problema de Salud Pública, y en el ámbito clínico preocupan especialmente las enterobacterias productoras de betalactamasas de espectro extendido (BLEE) y betalactamasas de tipo AmpC, mecanismo que les confiere resistencia a las cefalosporinas de tercera y cuarta generación, así como las enterobacterias productoras de carbapenemasas y por tanto resistentes a carbapenemes. En las últimas décadas, existe una gran preocupación ante el riesgo de emergencia y diseminación de estos mecanismos de resistencia en los animales de producción. Aunque la prevalencia de *E. coli* productor de BLEE/AmpC y carbapenemasas en cepas clínicas humanas se ha estudiado ampliamente, se dispone de pocos datos en ganado vacuno. Así, el objetivo de este trabajo fue estimar la proporción de rebaños de ganado vacuno del País Vasco positivos a *E. coli* productor de BLEE/AmpC y carbapenemasas, y determinar su perfil de resistencias.

Para ello, entre 2014 y 2016 se muestrearon 82 rebaños de vacuno de leche y 104 de vacuno de carne, tomándose heces rectales de 25 animales por rebaño que se analizaron en una única mezcla. Tras un pre-enriquecimiento en caldo Tripticasa Soja (mTSB, bioMérieux) suplementado con novobiocina (41±1°C, 6-7 h), se realizaron dos subcultivos, i) en agar MacConkey suplementado con cefotaxima (1mg/L) para el aislamiento selectivo de *E. coli* productor de BLEE/AmpC, y ii) en agar CHROMID® CARBA SMART (bioMérieux) para *E. coli* productor de carbapenemasas. Las colonias se identificaron como *E. coli* mediante amplificación por PCR a tiempo real del gen *uid*A. En cada rebaño positivo se obtuvo el perfil de resistencias a partir de tres colonias mediante la determinación de la concentración mínima inhibitoria (CMI) por el método de microdilución en placa utilizando los paneles Sensititre® EUVSEC1 y EUVSEC2 (ThermoFisher Scientific) de acuerdo con la Decisión 2013/652/EU. Los resultados de CMI se interpretaron según los puntos de corte epidemiológicos (ECOFF) del *European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing* (EUCAST).

En ningún rebaño se detectó la presencia de *E. coli* productor de carbapenemasas. Sin embargo, en el 19.9% de los rebaños (32.9% vacuno de leche y 9.6% vacuno de carne) se aisló *E. coli* productor de BLEE/AmpC. Del total de 111 aislados caracterizados, 77.5% presentaron un fenotipo BLEE, 16.2% fenotipo AmpC y 6.3% fenotipo ESBL+AmpC. En el 35.1% de los rebaños positivos se encontró más de un perfil de resistencia entre las tres colonias de *E. coli* analizadas. Dado que se utilizó para el aislamiento selectivo cefotaxima (cefalosporina de tercera generación), todas las cepas fueron resistentes a este antimicrobiano. Además todas ellas lo fueron también a ampicilina, y la mayoría (97.3%) a cefepime (cefalosporina de cuarta generación). Un porcentaje elevado de aislados fueron también resistentes a la cefalosporina de tercera generación ceftazidime (86.5%). También fueron elevadas las resistencias a tetraciclina (72.1%), sulfametoxazol (69.4%), trimetoprima (52.3%) y a quinolonas (45.0% a ciprofloxacina y 38.7% a ácido nalidíxico). Más moderada fue la proporción de aislados resistentes a gentamicina (23.4%), cefoxitina (22.5%) o azitromicina (5.4%). Un único aislado procedente de bovino lechero fue resistente a tigeciclina y otro de vacuno de carne a ertapenem. Todos los aislados fueron

sensibles a temocillin, imipenem y meropenen (carbapenemes) y a la colistina. La prevalencia de aislados multi-resistentes (a 3 o más clases) fue mayor en vacuno de leche (30.5%, 25/82) que en vacuno de carne (8.7%; 9/104).

La rápida diseminación de *E. coli* productores de BLEE/AmpC y por tanto resistentes a cefalosporinas de tercera y cuarta generación es uno de los problemas de resistencia más común que, como se demuestra en este estudio, afecta también al ganado vacuno. Debe tenerse en cuenta que los valores de prevalencia aquí observados son más altos que los descritos en los programas de vigilancia que no utilizan métodos de aislamiento selectivo. En cualquier caso, la mayor prevalencia de *E. coli* productores de BLEE/AmpC en los rebaños de ganado vacuno de leche que en los de vacuno de carne podría ser consecuencia de un mayor uso de cefalosporinas en la terapia de los distintos procesos que le afectan (mamitis, infecciones podales, fundamentalmente). La ausencia de *E. coli* resistentes a carbapenemes en el ganado vacuno es tranquilizador, puesto que las cepas de *E. coli* productoras de carbapenemasas se han convertido en un grave problema de Salud Pública al ser los carbapenemes el último recurso para el tratamiento de infecciones por bacterias multi-resistentes en humanos.

PARATUBERCULOSIS BOVINA EN ANDALUCÍA Y SU DISTRIBUCIÓN SEGÚN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

Jurado-Martos F, Maldonado García A, Gómez-Gascón L, Huerta Lorenzo B, Galán-Relaño Á, Tarradas Iglesias C, Luque Moreno I, Cardoso-Toset F*

INTRODUCCIÓN

La paratuberculosis bovina es una enfermedad crónica causada por *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (MAP) caracterizada por producir una enteritis granulomatosa y cursar con diarrea, caquexia progresiva y muerte (Kumar et al., 2016). Normalmente, la infección se produce por vía oro-fecal durante los primeros meses de vida (Tessema et al., 2001), convirtiéndose los animales infectados en portadores inaparentes que eliminan la bacteria antes de desarrollar signos clínicos, hecho que dificulta el diagnóstico y control de la enfermedad (Sweeney et al., 2012).

En países donde predomina la ganadería intensiva, se estima que la enfermedad está presente entre el 30% y el 65% de las ganaderías (Nielsen y Toft, 2009). En Andalucía, a diferencia de otras regiones de España como Galicia, Asturias o Castilla y León no se han publicado estudios sobre la distribución de la enfermedad que permitan conocer su situación epidemiológica y aplicar programas de control eficaces (Diéguez et al., 2007).

Por ello, el objetivo de este estudio fue determinar la seroprevalencia de paratuberculosis bovina en ganaderías intensivas y extensivas de Andalucía con signos clínicos compatibles con la enfermedad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han analizado un total de 1952 sueros de bovinos mayores de 20 meses, procedentes de 138 ganaderías de Andalucía con histórico de signos clínicos compatibles con la enfermedad: 105 ganaderías intensivas de producción láctea (1247 sueros) y 33 ganaderías extensivas de producción cárnica (705 sueros). Las muestras fueron analizadas mediante un kit ELISA comercial (IDEXX®) con una sensibilidad del 64,7% y una especificidad del 99,2%. Los resultados se analizaron con el programa estadístico WinEpi 2.0 para determinar la seroprevalencia individual y de rebaño, así como la razón de prevalencias entre ambos sistemas de cría, para confirmar su papel como factor de riesgo, cuando existían diferencias significativas (P<0,05). Además, se aplicó el modelo logístico Bayesiano para ajustar la sensibilidad y la especificidad de la prueba y determinar la seroprevalencia real de la enfermedad.

RESULTADOS

Del total de muestras analizadas, 164 fueron positivas a MAP, lo que supone una seroprevalencia individual aparente del 8,45% (Tabla 1). De las 138 ganaderías analizadas, en 74 (53,62%) al menos un animal fue seropositivo (Tabla 2), lo que al ajustar los valores aplicando el método Bayesiano, nos permite obtener una seroprevalencia real del 82,66% (76,35%-88,97%). Si analizamos este resultado en función del sistema de cría comprobamos que el 91,15% de las ganaderías intensivas analizadas fueron positivas, mientras sólo el 55,65% de las ganaderías extensivas de producción cárnica presentaron al menos un animal positivo (Tabla 2).

Tabla1: Seroprevalencia individual

Sueros	Analizados	Positivos	Spa	SPr ($IC_{95\%}$)
TOTAL	1952	164	8,45%	11,97% (10,54%-13,4%)
INTENSIVO	1247	142	11,39%	16,57% (14,52% -18,62%)
EXTENSIVO	705	22	3,12%	3,63% (5,0% - 4,92%)

SPa: seroprevalencia aparente; SPr: seroprevalencia real

Tabla2: Seroprevalencia de rebaño

Sueros	Analizados	Positivos	Spa	SPr ($IC_{95\%}$)
TOTAL	138	74	53.62%	82.66% (76.35% -88.97%)
INTENSIVO	105	62	59.05%	91.15% (85.72% -96.58%)
EXTENSIVO	33	12	36.36%	55.65% (38.8% -72.5%)

SPa: seroprevalencia aparente; SPr: seroprevalencia real

Según las frecuencias observadas a nivel individual y de rebaño, se estima que los sistemas intensivos, asociados a la producción láctea, son un factor de riesgo, de tal forma que a nivel de granja se obtuvo una razón de prevalencias del 1,62 (1,01-2,62), lo que supone que estos sistemas poseen entre 1,01 y 2,62 más probabilidad de presentar algún animal seropositivo que las ganaderías de tipo extensivo (usando los límites de la aproximación logarítmica). A nivel individual, la razón de prevalencias fue de 3,64 (2,35-5.66), lo que supone que los animales procedentes de ganaderías de tipo intensivo presentan entre 2,35 y 5,66 más probabilidades de resultar seropositivos.

DISCUSIÓN

El conocimiento de la epidemiología y los factores de riesgo asociados a la presencia de paratuberculosis en una ganadería o región es fundamental para poder establecer un plan de control o erradicación (Windsor et al., 2014). Según nuestros resultados, comprobamos que la paratuberculosis está ampliamente distribuida entre las ganaderías de vacuno de Andalucía, obteniendo seroprevalencias muy elevadas en ganaderías con signos clínicos compatibles con la enfermedad (82,66%, IC_{95} 76,35- 88,97). Atendiendo al tipo de ganadería, se han obtenido diferencias significativas (P<0,05) entre los valores de seroprevalencia detectados en ganaderías de tipo intensivo (91,15%, IC_{95} 85,72- 96,58) y de tipo extensivo (55,65%, IC_{95} 38,8-72,5).

La mayor seroprevalencia observada en ganaderías intensivas de aptitud láctea coincide con las publicadas en otros estudios, (Diéguez et al., 2007; Nielsen y Toft, 2009), y podría estar asociada a la capacidad de MAP para sobrevivir largos períodos en el medio (Diéguez et al., 2007) junto con la mayor efectividad del contagio ante una mayor densidad de animales, hecho que permite la infección continuada de forma directa o indirecta. No obstante, es probable que las seroprevalencias observadas en este estudio se hayan visto incrementadas al trabajar con ganaderías con histórico compatible con la enfermedad. Aunque en la mayoría de las ganaderías intensivas analizadas se llevan a cabo medidas de manejo que previenen la infección durante los primeros meses de vida (calostro pasteurizado, lactación artificial, sala de partos, manejo por lotes, etc.), nuestros resultados indican que deberían aplicarse medidas adicionales de control a identificar en futuros estudios.

CONCLUSIÓN

La seroprevalencia detectada sugiere que la paratuberculosis posee un impacto importante en Andalucía, por ello consideramos necesario profundizar en los factores de riesgo asociados a la enfermedad en el ganado bovino de esta región, así como aplicar técnicas de diagnóstico que favorezcan la detección y eliminación de animales portadores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Diégez Francisco J., Arnaiz Ignacio, Sanjuán María L., Vilar María J., López Manuel, Yus Eduardo, (2007) Prevalence of serum antibodies to Mycobacterium avium subsp. paratuberculosis in cattle in Galicia (northwest Spain). Preventive Veterinary Medicine 82, 321–326
- Kumar, S., Singh, R.V., Chauhan, A., Kumar, S., Sonwane, A., (2016) Mycobacterium avium subsp. Paratuberculosis infection in cattle: pathogenesis and diagnosis. International Journal of Science and Nature 7, 469–476.
- Nielsen SS, Toft N., (2009) A review of prevalences of paratuberculosis in farmed animals in Europe. Prevent Vet Med. 88:1–14.
- Sweeney, R.W., M. T. Collins, A. P. Koets, S. M. McGuirk, and A. J. Roussel. (2012). Paratuberculosis (Jhone´s disease) in cattle and other susceptible species. J. Vet. Intern. Med. 26:1239-1250.
- Tessema, M.Z., Koets, A.P., Rutten, V.P.M.G., Gruys, E. (2001). How does Mycobacterium avium subsp. paratuberculosis resist intracellular degradation? Veterinary Quarterly 23, 153–162.
- Windsor PA, Eppleston J, Dhand NK, Whittington RJ. (2014) Effectiveness of Gudair vaccine for the control of ovine Johne's disease in flocks vaccinating for at least 5 years. Aust Vet J 92:263-8.

NUTRICIÓN

ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN SOBRE LA TEMPERATURA RUMINAL

García García JJ, Posado Ferreras R, Zúñiga Montero JA, Alonso de la Varga ME, Tabernero de Paz Risueño MJ, Bodas Rodríguez R

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se pretende estudiar como el sistema de manejo y el tipo de alimentación pueden afectar al ambiente ruminal, para ello se han monitorizado tres grupos de animales : uno en extensivo alimentado con unifeed y dos grupos en intensivo , uno alimentado con pienso y paja a voluntad y otro con una ración unifeed.

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales y dietas

Animales estabulados en un cebadero industrial (n=8):

Pienso y paja a voluntad (n=4) Unifeed húmedo (n=4)

Animales en extensivo, libres en un cercado de 17 ha.

Unifeed seco (n=5)

La mezcla unifeed fue distribuida una sola vez, a primera hora, entre las 9:00-10:00 de la mañana. Los pesos de los animales estaban comprendidos entre los 487 y 530 kg.

Sondas de temperatura

La Tª se midió, de forma continua, usando la sonda interna de temperatura sin cables (SmaXtec animal care sales GMBH, GRAZ, Austria). Recoge los valores de y temperatura (25-50º C, ±0.2ºC) cada 10 minutos durante todo el periodo experimental de medición (23 días). La duración del periodo experimental esta condicionado por la duración de la batería de las sondas.

Determinaciones analíticas

Las muestras de alimentos fueron analizadas conforme AOAC (2003). Cálculos y análisis de los datos

Se procesaron los datos como máximo, mínimo, medio y tiempo por debajo de 38.4 y por encima de 39.0, 39.4 y 39.8ºC. El comienzo de un evento de bebida se identificó cuando la temperatura ruminal sufrió un descenso superior a 0.28ºC desde la medida anterior; y el final del periodo de bebida se consideró cuando la temperatura cesó de incrementar sus valores durante un periodo de 10 minutos (Dye y Richards, 2008).

Los datos se sometieron a un ANOVA de una vía, con el sistema (intensivo-pienso, intensivo- unifeed, extensivo-unifeed) como única fuente de variación. Las comparaciones se realizaron con el test de la diferencia mínima significativa. Se utilizó el software SPSS 16.0 para Windows (IBM Corp., Nueva York, EUA).

RESULTADOS y DISCUSIÓN

La temperatura ruminal es uno de los factores que condicionan la actividad de la microbiota ruminal (Van Lier, 2008; Yokohama y Johnson, 1988). La temperatura ruminal se mantiene habitualmente entre 38ºC y 42 °C, 1 o 2 grados por encima de la temperatura corporal del animal (Van Lier, 2008; Yokohama y Johnson, 1988), debido a la enorme cantidad de procesos metabólicos que se producen en él, si bien se pueden lograr descensos de la temperatura ruminal con ingesta de agua o forraje frío.

En este trabajo ni los valores medios, ni los máximos registrados son excesivamente altos como para ser indicativos del desarrollo de patologías o infecciones que pudieran afectar al estado de los animales (tabla 1).

No se observaron diferencias en las temperaturas medias y máximas registradas entre los tres grupos. Sin embargo, los animales de extensivo mostraron temperaturas mínimas muy por debajo de las observadas en el caso de los animales en estabulación. Los descensos en la temperatura ruminal, en condiciones normales, están relacionadas con los momentos en los que los animales beben agua. Hemos observado que el número de ingestas de agua estimadas, a partir de la temperatura ruminal (Dye y Richards, 2008) es de 2-3 al día para los de extensivo, frente a las 4-5 para los de intensivo. Así pues, el menor número de veces que los animales de extensivo beben agua respecto a

los estabulados lo compensan con un mayor volumen de agua ingerida en cada una de ellas, lo que ayudaría a explicar el mayor descenso en la temperatura ruminal que se aprecia en este grupo de animales.

Estas observaciones concuerdan con lo indicado por Vidaurreta (2012), quien señaló que los animales en pastoreo prefieren consumir agua varias veces al día, alternando con momentos de consumo de alimento, si bien la frecuencia con la que el animal bebe está condicionada por la distancia a la que se encuentra el agua en relación a la zona de alimentación.

Figura 1. Evolución de la temperatura ruminal media de los tres grupos a lo largo del día

En cada grupo de animales se registró la temperatura ruminal máxima a una hora diferente (Tabla 1, Figura 1). Así los de intensivo registran su temperatura más alta a lo largo de la mañana, frente a los de extensivo que lo registran a primera hora de la tarde (16:00). Este hecho puede estar asociado, por un lado, a que los de extensivo se encuentran en libertad y a esa hora próxima al mediodía es el momento en el que la temperatura ambiental está más elevada, ya que según Gengler et al. (1970) la temperatura ambiental tiene una clara influencia sobre la temperatura ruminal. Para Bach (2002) la temperatura y el agua consumida, junto a otros factores, pueden influir en la presentación de la acidosis ruminal, por ello no no recomiendan que los animales que reciban raciones con alto riesgo de inducir acidosis consuman agua durante las primeras horas después de la ingestión de la ración, ya que este comportamiento facilita la producción de ácido a nivel ruminal. Sin embargo, en este trabajo,los resultados contradicen esa afirmación, ya que, cuando los valores de temperatura ruminal son mínimos, por debajo del rango considerado como fisiológico (Van Lier, 2008), los valores de pH se sitúan dentro del rango fisiológico descrito por Bach (2003).

Tabla 1. Valores medios de temperatura ruminal (Tª) y número de ingestas de agua calculados a partir de los valores medios de cada animal.

	Intensivo		**Extensivo**	
Sistema de alimentación	**Pienso**	**Unifeed**	**Unifeed**	**d.e.r. Nivel P**
Tª media	38.8	38.8	38.8	0.30 n.s.
Tª máxima	39.7	39.7	40.0	0.25 n.s.
pH a Tª máxima	6.57c	6.25b	5.99a	0.209 **
Hora a Tª máxima	12.43ab	9.49a	16.00b	3.562 t
Tª mínima	34.1b	34.4b	31.9a	1.21 *
pH a Tª mínima	6.70b	6.46b	6.07a	0.185 **
Hora a Tª mínima	11.23a	12.57ab	14.26b	1.208 *
Tiempo (min/día) a Tª<				
39,0	719	669	630	332.4 n.s.
39,4	255	211	318	235.8 n.s.
39,8	39 28	138	106.5 n.s.	
Nº ingestas de agua	4.8a	4.2a	2.7b	0.98 *

Figura 1. Evolución de la temperatura ruminal media de los tres grupos a lo largo del día

En conclusión no se observaron diferencias entre los tres grupos en las temperaturas ruminales medias y máximas; sin embargo los animales criados en cebadero mostraron temperaturas mínimas más elevadas y un mayor número de ingestas de agua que los criados en libertad. No se aprecian evidencias de que la ingesta de agua horas después de la ingesta de alimento, favorezca la disminución del pH y el padecimiento de acidosis ruminal.

BIBLIOGRAFIA

Solicitar al autor.

MANEJO ALIMENTARIO EN TERNEROS FRISONES DE CEBO: PH RUMINAL Y RENDIMIENTO PRODUCTIVO

García-García JJ, Posado R, Tabernero de Paz MJ, Bodas R

INTRODUCCIÓN

Como alternativa al cebo tradicional de terneros con pienso y paja a voluntad, se están utilizando sistemas basados en el suministro de raciones a base de ensilados, los cuales pueden redundar en unas mejores condiciones ruminales y un mayor bienestar de los animales. No obstante, esto puede tener cierto efecto sobre el rendimiento y la calidad de las canales obtenidas (Casasús et al., 2012; O'Kiely et al., 2011). La mayoría de los trabajos publicados en este sentido se han centrado en razas fundamentalmente cárnicas, siendo escasa la atención que se le ha prestado a la raza frisona. Este trabajo se llevó a cabo con el objetivo de estudiar el efecto de la utilización de una ración a base de ensilado, pienso y paja frente a una convencional (únicamente pienso y paja a voluntad) sobre el pH del rumen y el rendimiento de terneros frisones en cebo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se partió de un grupo de 25 terneros de raza frisona, con un peso medio inicial de 105±6,6 kg (2,5 meses de edad). Los animales se distribuyeron en 2 lotes en función del tipo de alimentación empleado: ensilados elaborados a partir de una mezcla de silo de maíz, paja de cereal y pienso concentrado (grupo ensilado) o paja y pienso a voluntad (grupo pienso). La composición química de la ración del grupo ensilado fue: 49% humedad, 11,2% PB, 25,8% FND, 13,2% FAD, 5,2% EE, 13,7 MJ EM/kg MS, mientras que la composición química del pienso del grupo pienso fue: 12% humedad, 15,3% PB, 19,0% FND; 6,9% FAD, 3,5% EE, 15,3 MJ EM/kg MS. Todos los animales permanecieron en los respectivos lotes durante todo el periodo de cebo y cada lote recibió la correspondiente dieta a voluntad en comedero corrido. A los 8 meses en periodo de cebo, se midió el pH ruminal (smaXtec animal care sales GMBH, Graz, Austria), recogiendo los valores de pH y temperatura cada 10 minutos durante todo el periodo de medida. Se utilizaron 4 sondas (2 animales/grupo) durante las 4 semanas previas al sacrificio (428±12,0 kg, 11 meses de edad).

Los datos de pH fueron promediados para cada día como máximo, mínimo y medio y tiempo en el cual el pH estuvo por debajo de 5,8. Se calculó también la temperatura media y máxima diaria y el tiempo en el cual la temperatura estuvo por encima de 39,8 ºC.

Los datos fueron analizados como medidas repetidas en el tiempo, siendo la dieta, el día y su interacción considerados como efectos fijos, y el animal dentro del tratamiento como efecto aleatorio; los datos de rendimiento (ganancia media diaria y duración del cebo) fueron analizados mediante ANOVA (SPSS 16.0, IBM Corp., Nueva York, EE. UU.).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de pH ruminal medio y mínimo fueron significativamente mayores (P<0,05) en los terneros del grupo ensilado (6,30, 5,75) que en los del grupo pienso (5,95, 5,22). Por el contrario, el tiempo que el pH ruminal se mantuvo a valores in-

feriores a 5,8 fue significativamente menor (P<0,05) en el grupo ensilado (115 min/día) que en el grupo pienso (551 min/día). Análogamente, el tiempo que el rumen estuvo a temperatura superior a 39,8 ºC fue fue significativamente menor (P<0,05) en el grupo ensilado (171 min/día) que en el grupo pienso (523 min/día), mientras que la temperatura ruminal media no varió entre grupos (39,2 ºC, P>0,10). Estos datos indican unas mejores condiciones ruminales (mayor pH y menor tiempo a pH bajo) en los animales alimentados con la ración a base de ensilado (mezclado con pienso y paja), lo que concuerda con las características de las dietas (mayor contenido de fibra en la dieta del grupo ensilado).

Los animales del grupo pienso crecieron a un ritmo un 30% superior que los del grupo ensilado (1,53 y 1,18 kg/animal y día, índices de transformación 5,0 y 7,8 kg MS alimento/kg ganancia, respectivamente), resultado de la mayor concentración energética de la ración ingerida por los animales del grupo pienso. En consecuencia, la duración del cebo fue menor en los animales del grupo pienso que en los del grupo ensilado (229 y 290 días, respectivamente).

Por consiguiente, si bien la utilización de raciones basadas en ensilados a los que se añade pienso y paja pueden dar lugar a unas mejores condiciones ruminales y favorecer un mayor nivel de bienestar en los animales, su ritmo de crecimiento puede enlentecerse, alargando así la duración del periodo de cebo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Casasús et al. 2012. ITEA 108: 191-206. • O'Kiely, P. 2011. Irish J. Agric. Food Res. 50 (2): 189-207.

AGRADECIMIENTOS

Pecogasa, S.Coop. (Salamanca) y Bernardo Sánchez e Hijos, S. Coop (Amatos de Alba, Salamanca).

REPRODUCCIÓN

AZOOSPERMIA TRANSITORIA EN DOS SEMENTALES DE RAZA CHAROLESA

Fernández-Novo A, Santos-López S, González-Martín JV, Pérez-Garnelo SS, Astiz S

La valoración de la aptitud reproductiva del toro (VART) en campo permite conocer principales causas de subfertilidad y esterilidad y prevenir pérdidas de productividad en ganaderías donde se emplea la monta natural (SITRAN, 2018). Contempla la valoración sanitaria, física y seminal, aunque también habilidad copulatoria y capacidad de servicio.

La pérdida total de la capacidad de formación de espermatozoides que produce la ausencia de espermatozoides viables se denomina azoospermia (Varner, 2000). Entre sus principales causas: nutricionales (carencia de Vit-A, E, manganeso, yodo o elevados niveles de proteína oral), alteraciones reproductivas (patologías congénitas, criptorquidia, orquitis, hipoplasia, neoplasia y degeneración testicular), enfermedades infecciosas (BVD, IBR, etc.), intoxicaciones y estrés (Hooper, 2015). Para diagnosticarla se debe evaluar la calidad seminal en el laboratorio. Posteriormente, en función de la causa sospechada, se realizarán diferentes análisis para concretar el diagnóstico etiológico.

Los casos clínicos planteados ocurrieron durante el mes de agosto de 2018 en una explotación de venta para vida, de raza charolesa, sita en Madrid, libre de enfermedades de control nacional (tuberculosis, brucelosis, perineumonía y leucosis), serológicamente negativa a neospora y con enfermedades IBR y BVD controladas mediante vacunación. El manejo reproductivo se basa en inseminación artificial en combinación con monta natural de sementales libres de enfermedades infecto-contagiosas (tricomoniasis, campilobacteriosis; análisis anual) y con espermiograma apto (determinado anualmente en verano).

El historial clínico fue el siguiente.

DÍA-0: se trasladan los dos toros problema a otra finca (preparación para salida a feria)

DÍA-3: se realiza anillado

DÍA-28: se efectúa primera VART y espermiograma. El Toro-1 (22m de edad) presenta 44cm de circunferencia escrotal; el Toro-2 (18m) 42cm de circunferencia. Se realiza electroeyaculación (Pulsator IV; Lane-Manufacturing, Inc.) con programa automático de descargas y tres extracciones cada 10'. Se recolecta semen con dos colectores (fracción preseminal y espermática). El semen puro y diluido (dilución 1:4, con diluyente Inra-96; IMV-Technologies) se refrigeró a 4?C en envase con atmósfera protectora para bajada lenta de temperatura. Macroscópicamente se observó aspecto transparente de ambas muestras; se remitieron al CENSYRA (Centro de Selección y Reproducción Animal, Colmenar Viejo, Madrid) en un lapso de menos de dos horas desde su recogida. Los resultados revelaron azoospermia.

DÍA-31: se repite electroeyaculación y espermiograma con iguales resultados, y se instaura tratamiento intramuscular con 2.500.000UI Vit-A, 375.000UI Vit-D_3, 250mg Vit-E (Hipravit-AD_3E; Hipra), 10mg selenito de sodio (Selferol, Zoetis) y 0,25mg gonadorelina (Cystoreline, CEVA). La gonadorelina se administró cada 48h tres veces. DÍA-43: se realiza espermiograma a dos toros de la misma ganadería, lote y línea genética, de 23 y 20m de edad, que habían convivido con los toros problema pero que no se cambiaron de finca. Estos dos toros resultaron "aptos". En este mismo día se efectuó ecografía testicular en los toros problema apreciándose una línea anecogénica, peritesticular, de 10-15mm de espesor, en ambos testículos de ambos toros.

DÍA-45: se hace una monta dirigida (con novillas sincronizadas) visualizando los animales durante una hora y con recogida de eyaculado con preservativo intravaginal. Se apreció poca libido en ambos sementales y ausencia de eyaculación. Se efectúa un tercer espermiograma tras electroeyaculación, determinándose azoospermia. Además, se observa carga bacteriana elevada. El cultivo y antibiograma evidenciaron presencia de *coli, S.uberis y Kocuria varians rosea,* todos sensibles a varios antibióticos, entre ellos, amoxicilina.

DÍA-50: antibioterapia con amoxicilina (15mg/kg/48h intramuscular durante 16 días, Amoxoil-retard, Syva)

DÍA-80: cuarto espermiograma. Se observa concentración normal de espermatozoides, con motilidad espermática adecuada, pero con un 43,25%(toro-1) y 62,25%(toro-2) de formas anormales características de animales jóvenes.

DÍA-91: quinto espermiograma y calificación e "aptos" dentro de la VART

El estudio de estos casos, habiéndose descartado el padecimiento de enfermedades que pueden cursar con azoospermia (BVD, IBR, besnoitiosis, orquitis; Kirkland, 1994; Tibary, 2015), junto con el hecho de que dos toros que habían compartido vida y manejo hasta el cambio de finca no tuvieran problema, induce a pensar en el efecto del estrés por cambio de finca y anillamiento (Moberg, 1987; Tilbrook, 2000). Sin embargo, el tiempo transcurrido entre el factor estresante y la azoospermia es demasiado corto para completar un ciclo espermatogénico

(Wrobel, 2000). Nuestra hipótesis sería que el estrés pudiera haber agravado una azoospermia ya previa, o haber resultado en una azoospermia extraordinariamente aguda. En conclusión, se describe azoospermia transitoria en dos sementales, 30 días después de sufrir un factor estresante agudo, complicada por una infección bacteriana secundaria y superada en 80 días tras tratamiento médico y ausencia de cambios de manejo adicionales.

EFECTO DE LA APLICACIÓN DE FLUNIXÍN MEGLUMINE EN EL MOMENTO DE LA INOCULACIÓN EMBRIONARIA EN NOVILLAS FRISONAS RECEPTORAS SOBRE LOS RESULTADOS DE FERTILIDAD

Fuentes Ibáñez, S, Sierra Toral A, Liébana Ambrosio E, Rodríguez Lago JM, Alcántara Isidro GJ, Domínguez Fdez-Tejerina JC

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO

En bovinos, la manipulación del tracto reproductivo durante la inoculación embrionaria induce la liberación de $PGF_{2?}$ uterina y altera el establecimiento de la preñez ya que afecta al desarrollo embrionario, la capacidad del embrión para realizar su eclosión de la zona pelúcida, e indirectamente, la funcionalidad del CL (Elli *et al.*, 2001; Hockett *et al.,* 2004). El flunixín meglumine (**FM**), es un antiinflamatorio no esteroideo (**AINE**), cuya actividad biológica es la inhibición de la síntesis de $PGF_{2?}$; una sola dosis brinda efecto terapéutico durante 24 horas. Basados en esta acción, nuestro estudio plantea su uso con objeto de aumentar los porcentajes de preñez en hembras receptoras de embriones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizan un total de 806 transferencias llevadas a cabo en novillas frisonas de 14 y 17 meses con buena condición corporal, sin patologías en su aparato reproductor y buen cuerpo lúteo, en las que se implantó un embrión procedente de donantes de esta misma raza, todos de calidad 1, después de haber sido sometidas a tratamientos de sincronización.

Al grupo de novillas control (n=570), no se les aplica el tratamiento antiinflamatorio, mientras que al resto de novillas (n=236), se les inyecta (i.m.) 500 mg de FM (Finadyne®), inmediatamente antes de la inoculación del embrión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El período de tiempo de mayor sensibilidad del embrión a la liberación uterina de $PGF_{2?}$ parece estar en los días 5 al 8 después de la fecundación; Según Schrick, *et al.* (2000), la producción de prostaglandinas por el endometrio en el momento de la transferencia, pueden afectar negativamente al desarrollo del embrión

Por ello, la administración de AINEs, como el FM**,** que actúa impidiendo la síntesis de prostaglandinas mediante la inhibición de las enzimas ciclooxigenasas implicadas en la formación de prostaglandina, puede ser una estrategia para conseguir incrementar los porcentajes de gestación en receptoras dentro de programas de trasplante de embriones (**TE**). Sin embargo, en este trabajo experimental no hemos encontrado diferencias estadísticamente significativas en los porcentajes de gestación entre el grupo control y el grupo de novillas receptoras que eran tratadas con flunixín meglumine (54,56% v.s. 52,54%).

Diversos estudios realizados con FM han arrojado resultados variables en los porcentajes de preñez en la transferencia embrionaria, y así mientras nuestros resultados no coinciden con los de Schrick *et al.* (1999) - que obtiene mayores porcentajes de gestación en las receptoras que recibieron una inyección de 10 ml de Finadyne® (500 mg de FM), frente a las que no lo recibieron -, sí lo hacen con los publicados por McNaughtan (2004), que no obtiene diferencias significativas en los porcentajes de gestación entre el grupo control y el grupo tratado con FM cuando se transfiere embriones congelados a receptoras mestizas Hereford x Angus con un cuerpo lúteo bueno, con buena condición corporal y un buen desarrollo del aparato reproductor (características que cumplen también las novillas de raza Frisona que hemos utilizado para realizar este estudio). También coincidimos con los resultados de Veloso Neto *et al.* (2014), que no encuentran incremento en los porcentajes de gestación de novillas mestizas receptoras de embriones fecundados *in vitro*, después de la aplicación de FM, inmediatamente antes de la TE.

Por otra parte, Scenna *et al.* (2005), sí constatan diferencias significativas para los porcentajes de gestación de los embriones calidad 2 entre el grupo FM y el grupo control ($P<0,01$). Sin embargo, al igual que nosotros, no obtienen diferencias significativas para los embriones calidad 1.

Debemos tener en cuenta que, aunque se haya demostrado que la producción de prostaglandinas por el endometrio en el momento de la trasferencia puede afectar negativamente al desarrollo del embrión, existen multitud de variables que vienen a determinar el porcentaje de gestación alcanzado por la receptora en un programa de TE en el ganado bovino, y no parecen fácilmente influenciables por sustancias antiluteolíticas aplicadas de modo puntual.

CONCLUSIÓN

Ante estos resultados, sería interesante comprobar si la aplicación de un AINE de acción prolongada (más de 72 horas), en el momento de la transferencia (en lugar de una única dosis con efecto 24 horas), puede convertirse en una estrategia válida para incrementar los porcentajes de gestación en receptoras dentro de programas de TE en ganado vacuno, tal como han demostrado Pinto *et al.* (2017), en yeguas que recibían una dosis de liberación lenta de meloxicam en el momento inmediatamente anterior a la inoculación del embrión.

BIBLIOGRAFÍA

- **Elli, M.; Gaffuri, B.; Frigerio, A.; Zanardelli, M.; Covini, D.; Candiani, M.; and Vignali, M.** (2001). Effect of a single dose of ibuprofen lysinate before embryo transfer on pregnancy rates in cows. *Reproduction* 121: 151-54.
- **Hockett, M. E.; Rohrbach, N. R.; and Schrick, F. N.** (2004). Alterations in embryo development in progestogen-supplemented cows administered prostaglandin F2? *Prostaglandins Other Lipid Mediat* 73: 227-36.
- **McNaughtan, J. W.** (2004). The effect of prostaglandin inhibitor on pregnancy rates of heifer embryo transfer recipients. Brigham Young University. *All Theses and Dissertations*,237.
- **Pinto, M.R.; Miragaya, M.H.; Burns, P.; Douglas, R. and Neild, D.M.** (2017). Strategies for increasing reproductive efficiency in a commercial embryo transfer program with high performance donor mares under training**.** *Journal of Equine Veterinary Science*, vol.54; Pp: 93-97.
- **Scenna, F. N.; Hockett, M. E.; Towns, T. M.; Saxton, A. M.; Rohrbach, N. R.; Wehrman, M. E.; Schrick, F. N.** (2005). Influence of a prostaglandin synthesis inhibitor administered at embryo transfer on pregnancy rates of recipient cows. *Prostaglandins Other Lipid Mediat*, 78. 1-4: 38-45.
- **Schrick, F. N.; Hockett, M. E.; Wilkinson, S. C.; Rohr-**

bach, N. R.; Edwards, J. L.; Wehrman, M. E. (1999). Prostaglandin F2ʔ appears to directly influence early embryonic survival in cattle: Should this be a concern? *Proceedings of American Embryo Transfer Association 1999*. 10-21

- **Schrick, F. N.; Hockett, M. E.; Towns, T. M.; Edwards, J. L.; Wehrman, M. E.; Wert,**
- **N. E.** (2000). Prostaglandin F2ʔ appears to directly influence early embryonic survival in cattle: would administration of Flunixin Meglumine be beneficial during embryo transfer. *Proceedings of American Embryo Transfer Association* 2000, 9-16
- **Veloso Neto, H.F.; Silva, J.F.C.; Sales, F.A.B.M.; Pereira, L.C.; Basto, S.R.L.; Andrade, J.C.O.; Moura, M.T.; Lima, P.F.; Oliveira, M.A.L.** (2014). Efeito do flunixin meglumine e da somatotripa recombinante bovina sobre a taxa de prenhez de receptoras bovinas de embriões fecundados *in vitro*. *Medicina Veterinaria*, Recife, v.8, n.3, pp: 11-16.

UN INCREMENTO DE LEUCOCITOS POLIMORFONUCLEARES EN CÉRVIX PREVÉ BAJA FERTILIDAD EN VACAS LECHERAS

Oropeza MA, De la Sota RL, Bedolla M, Hernández-Cerón J

INTRODUCCIÓN

La endometritis subclínica **es un proceso inflamatorio crónico del endometrio** sin signos externos de enfermedad. Entre 20 y 40% de las vacas padece endometritis subclínica, lo cual afecta la tasa de gestación en el primer servicio y alarga el periodo abierto (**Kasimanickam et al., 2004; Lima et al., 2013**; Madoz et al., 2014; Barajas et al., 2018). Al ser una condición que pasa desapercibida, las vacas afectadas terminan su periodo voluntario de espera y se integran a los programas de inseminación. El diagnóstico se establece mediante la presencia de polimorfo nucleares (PMN) en muestras de células endometriales obtenidas mediante lavados uterinos o con un cepillo endocervical **(Cytobrush)** de uso humano **(Kasimanickam et al., 2004).** La obtención de muestras del endometrio tiene mayor grado de dificultad que la recolección de la muestras del cérvix. El número de PMN del cérvix está asociado con la presencia de PMN en el endometrio, lo cual permite establecer un diagnóstico del estado de salud del endometrio (Ahmadi et al, 2005; Yavari et al., 2009). En el presente estudio se probó si la proporción de leucocitos polimorfonucleares (PMN) de muestras citológicas obtenidas del cérvix está relacionada con una disminución de la fertilidad en vacas lecheras.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las vacas estaban en estabulación con producción promedio de 8500 kg por lactación. **Todas las vacas (n=243) se examinaron por vía transrectal en el día 15 posparto** y aquellas con patologías del puerperio (metritis o endometritis clínica) recibieron los tratamientos farmacológicos respectivos. **Se consideró a una vaca con metritis cuando en el examen ginecológico presentaba retraso en la involución uterina y secreciones vaginales mucopurulentas, y una vaca con endometritis clínica cuando mostraba sólo secreción vaginal mucopurulenta (Sheldon et al., 2006). L**as vacas se diagnosticaron sanas **cuando en el examen transrectal se apreciaba una** involución uterina completa y no había secreciones vaginales anormales. **Entre los días 30 y 40 posparto a todas las vacas diagnosticadas sanas (independientemente del tipo de puerperio: 29% patológico)** se les tomó una muestra citológica con un cepillo endocervical pasando el primer anillo del cérvix. Se hizo un frotis en un portaobjetos, se fijó en alcohol y se tiñó mediante la técnica Diff Quick. Se contaron 100 células endometriales y se obtuvo la proporción de PMN. El punto de corte del porcentaje de PMN que correspondió con una disminución de la eficiencia reproductiva fue obtenido mediante el análisis de la curva ROC (Barajas et al., 2018), para lo cual se utilizó el paquete estadístico y de gráficos SigmaPlot 10. Se consideró una vaca con un proceso inflamatorio en el cérvix cuando tuvo

?6% de PMN. Se comparó la proporción de vacas gestantes del total inseminado en el primer servicio y la tasa de gestación acumulada en el día 210 posparto mediante una prueba de Ji-cuadrada. Los días del parto a la concepción se compararon mediante una prueba de t de student.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Treinta y cinco por ciento de las vacas tuvo ?6% de PMN. La relación de vacas gestantes del total inseminado en el primer servicio tendió a ser menor (P=0.07) en las vacas que tuvieron

?6% de PMN (31.4%) que en las vacas con <6% de PMN (44%). La proporción de vacas gestantes en el día 210 posparto fue menor (P<0.01) en las vacas que tuvieron ?6% de PMN (68.6%) que en las vacas que tuvieron <6% de PMN (83.4%). Las vacas con ?6% PMN tuvieron más días abiertos (144.5 días) que las vacas con <6% PMN (125.2 días; P<0.05). Tomando en conjunto lo publicado por Ahmadi et al, 2005 y Yavari et al., 2009, y los hallazgos del presente estudio, se puede proponer que la citología del cérvix es un indicador de la salud uterina que está asociado con la fertilidad de la vaca lechera. Por tanto, al ser una técnica con menos riesgos se puede utilizar con mayor confianza en el campo.

CONCLUSIÓN

Se concluye que ?6% de leucocitos polimorfonucleares en el cérvix está relacionado con una disminución de la fertilidad en la vaca lechera.

REFERENCIAS

- Ahmadi MR, Khodakaram A, Tafti S, Nazifi H, Ghaisari R. The comparative evaluation of uterine and cervical mucosa cytology with endometrial histopathology in cows. Comp Clin Path 2005;14: 90–94.
- Barajas JL, Hernandez Cerón J, García A, Martínez E, Orlando N, Bedolla MA, de la Sota L. Endometritis subclínica y tasa de gestación en vacas lecheras en México. Rev Mex Cienc Pecu 2018;9:135-146.
- Madoz LV, Giuliodori MJ, Migliorisi AL, Jaureguiberry M, de la Sota RL. Endometrial cytology, biopsy, and bacteriology for the diagnosis of subclinical endometritis in grazing dairy cows. J Dairy Sci 2014;97:195-201.
- Yavari M, Haghkhah M, Ahmadi MR, Gheisari HR Nazifi S. Comparison of cervical and uterine cytology between different classification of postpartum endometritis and bacterial isolates in Holstein dairy cows. Int. J. Dairy Sci. 2009. 4: 19-26.

EVOLUCIÓN DURANTE 10 AÑOS (2008-2017) DE LOS PARÁMETROS REPRODUCTIVOS EN GRANJAS LECHERAS DE ALTA PRODUCCIÓN TRAS LA IMPLEMENTACIÓN SISTEMÁTICA DE IATF A PRIMERA INSEMINACIÓN Y DEL SISTEMA DE CAMAS

Feyjoo, P, Pesántez J, Vázquez J, Heras A, Cáceres E, Patrón R, Pérez N, González-Martín JV, Fargas O, Astiz, S

La eficacia reproductiva es un limitante de las explotaciones. Por ello, encontrar técnicas que mejoren el rendimiento reproductivo es esencial. Expondremos el efecto de dos decisiones de manejo aplicadas en 70 explotaciones sobre la eficiencia reproductiva de éstas, durante diez años (2008-2017). El primer cambio fue la protocolización de la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) para primeras IA (2). Desde enero de 2011 todas las granjas incluidas lo implementaron. La segunda medida fueron las camas compostadas, sistema también llamado "de camas volteadas" o *compost-bedding* (CB; 3). Este se basa en el compostaje bacteriano de la materia orgánica fecal y paja adicionada semanalmente junto con oxígeno (que se aporta mediante el volteo diario del encamado). Este sistema garantiza una cama confortable y seca, incluso en invierno, mejorando el bienestar, la sanidad y productividad de los animales (3). Por ello, aquí describimos la evolución durante 10 años consecutivos, de las características reproductivas de granjas lecheras, a raíz de la introducción de estos dos cambios de manejo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para cumplir el objetivo se incluyeron datos entre 2008-2017 de 70 explotaciones de alta producción, litoral mediterráneo, asesoradas por el mismo grupo consultor, que aportaron datos durante, al menos, tres años consecutivos. Los datos estructurales de granja fueron: total de vacas (TC), vacas en lactación (%, LCP), vacas primíparas (%, PC-P). Los parámetros reproductivos considerados en vacas fueron: días en leche (DIM), porcentaje de concepción (%, CR-A), intervalo parto-concepción (C1AI), detección de celos(%, ED), días abiertos (OD), IA/gestación (AI/P), concepción a primera- IA(%, 1AI-CR), tasa de preñez (PR), vacas vacías (%, NpregC-P). En novillas: Edad a primera-IA (AFAI), detección de celo (%, ED-H), edad al primer parto (AFC, meses), inseminación/gestación (AI/P-H) y tasa de preñez (PR-H). Los datos se extrajeron de programas de gestión y del grupo veterinario. Estos se estructuraron, depuraron y analizaron con el paquete estadístico IBM-SPSS®-Stadistics-25.0. Los valores medios de cada variable se dividieron en los siguientes periodos: de 2008-2010 (periodo inicial "PI", sin sistematización reproductiva ni de camas), periodo de 2011-2013 (periodo "IA", con IATF sin cama compostada) y periodo 2014-2017 (periodo "IA-CB" con AITF y cama compostada) y se analizaron con ANOVA de medidas repetidas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó un aumento significativo del total de vacas/explotación a lo largo de los periodos (256±273 en periodo PI, 292±230 en periodo IA *vs.* 436±473 en periodo IA-CB), del % de LCP (88±2% en PI, 88,5±2,2% en IA *vs.* 89±1,6% en IA-CB) y de primíparas (37±4,8% en PI, 38±4,8% en IA *vs.* 39±4,4% en IA-CB). Todos los parámetros reproductivos mejoraron numéricamente a lo largo del periodo estudiado, siendo la CR y la media de días en leche los que alcanzaron significancia estadística (CR: 28,8±5,1% *vs.* 30,5±3,8% *P*=0,087 *vs*. 31,7±5,0; *P*=0,01 y DEL: 202±13,4,

194±15,4; *P*=0,002 *vs.* 195±15,0; *P*>0,05, para periodos PI, IA e IA-CB, respectivamente). El resto de parámetros se recogen en la siguiente tabla:

	Periodo-PI	Periodo-IA	Periodo-IA-CB	*P*
C1AI	91,24±14,87	88,23±14,38	91,51±17,41	<0,05
ED(%)	47,17±10,77	48,97±12,75	50,03±11,12	
OD(d)	162,08±19,29	154,23±16,46	156,84±18,79	
AI/P	4,30±1,42	3,78±1,07	3,73±1,08	
1AICR(%)	33,23±6,61	32,98±6,15	35,58±6,54	
PregCP(%)	44,65±3,33	45,54±3,71	46,29±3,87	
NPregCP(%)	23,24±5,12	21,72±5,06	21,47±7,40	
PR	13,98±3,59	14,97±3,92	15,85±3,84	
AFAI(m)	16,01±1,63	15,55±1,53	14,89±1,28	<0,05
ED-H(%)	47,43±14,07	50,76±14,23	48,84±15,53	
AFC(m)	26,29±1,74	25,57±1,37	25,12±1,35	<0,05
AI/P-H	2,31±0,76	2,17±0,71	2,24±0,49	
PR-H	25,93±9,25	23,93±11,87	26,17±8,24	

Por lo tanto, hemos observado mejoría en prácticamente todos los parámetros reproductivos analizados, coincidiendo con la implantación de las nuevas decisiones de manejo, y especialmente, de la IATF (2). Las mejoras reproductivas consecuentes a la introducción del sistema CB probablemente sean consecuencia indirecta de una mejora en el nivel de bienestar, también previamente reportado en otros trabajos (3). En base a esta experiencia, afirmamos que la sistematización de la primera IA y la introducción de las camas compostadas concurren con una mejora continuada de los índices reproductivos en vacas y en novillas, aunque otros factores han podido contribuir también a dicha mejora en las granjas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bach, España. XVII CursoEspecialización, FEDNA-Purina, 2002;
2. Santos et al., J Dairy Sci. 2017;100(10):8507-8517.
3. Astiz *et al*. Livestock Sci. 2014, 159: 161-164.
4. Moreira *et al*. J Dairy Sci, 2001;84(7):1646–1659.
5. Babaic. Rev Colomb Ciencias Pecuarias. 2011;24(3):293-300.
6. Sepúlveda *et al*. Rev Cient. 2003;13(3):182–186.

EFECTO DEL SEMEN FRESCO SOBRE LA TASA DE PREÑEZ EN VACAS DE CARNE CON CRÍA AL PIE, QUE NO EXPRESAN CELO AL MOMENTO DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

Trucco FT, Ahibe ME, Valtcheff FA

INTRODUCCIÓN

Los principales objetivos que se buscan alcanzar con la implementación de programas de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en rodeos de carne son: producir un mejoramiento genético de las crías, incrementar el número de vientres preñados en forma anticipada durante la temporada de servicios y en un periodo corto de tiempo y lograr la reactivación ovárica de los vientres en anestro lactacional que les permita generar un celo fértil para concebir una preñez a término.

El anestro posparto en las vacas con cría al pie es una fuente importante de pérdidas económicas en los sistemas de carne. La mala nutrición y pobre condición corporal están altamente relacionadas con el bloqueo de la actividad ovárica y un consecuente alargamiento del período de anestro. Las herramientas más comúnmente usadas para el restablecimiento de la ciclicidad ovárica posparto consisten en la aplicación de dispositivos intra-vaginales de progesterona (P4), la restricción temporal y/o definitiva del amamantamiento y el uso de protocolos hormonales que utilicen eCG.

Está establecido que los vientres que expresan celo al momento de la IATF son los que presentan porcentajes mayores de preñez comparada con aquellos que no manifiestan celo y esto se explica porque logran alcanzar mayores tasas de crecimientos folicular y en consecuencia, concentraciones séricas más elevadas de estrógenos que favorece la fertilización.

La criopreservación del semen bovino produce daños irreversibles en las membranas espermáticas debido a los cambios bioquímicos y estructurales que sufre la célula en comparación con el semen fresco (SF) que no es sometido a esta clase de procesos, lo que se traduce en un menor daño celular y una mayor capacidad de fertilización a favor del SF. Nuestra hipótesis de trabajo plantea que el empleo de SF en protocolos de IATF permitirá alcanzar mayores porcentajes de concepción debido a su mayor vida media en el tracto uterino, que le permite fertilizar aquellos vientres con ovulaciones tardías o muy dispersas.

En base a lo expuesto anteriormente, nos planteamos el siguiente objetivo del siguiente trabajo fue evaluar si existe una mayor la tasa de preñez en vacas con cría al pie que no presentaban celo al momento de la IA utilizando SF.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en un establecimiento ganadero, en la Pcia. de Entre Ríos, Argentina. Se seleccionaron 89 vacas de la raza Braford con cría al pie, las cuales tenían un período post-parto de 60 a 75 días y una condición corporal promedio ± 2.5 (escala de 1 a 5). La alimentación de los animales fue en base a pasturas naturales exclusivamente y sin suplementación mineral. Todos los vientres fueron clasificados ecográficamente al inicio del ensayo en virtud de las estructuras ováricas presentes: anestro superficial (folículos ? 10 mm) y cíclicas (presencia de cuerpo luteo y/o folículos ? 12.5 mm). Los vientres en anestro profundo (folículo ? 8 mm) fueron eliminados.

Todos los animales recibieron en el día 0 un dispositivo intravaginal con 0.75 gr de P_4 (Pro- Ciclar®, Zoovet, Argentina) más 2 mg de benzoato de estradiol IM (Zoovet) al Día 7 se retiró el dispositivo de P4 y se les administró 150 µg. de D+cloprostenol sódico IM (Ciclar, Zoovet), 1 mg de cipionato de estradiol IM (Zoovet, Argentina) y 400 UI IM de eCG (Novormon, Zoetis, Argentina). Además, en el día 7 como detector de montas se utilizó pintura (Celotest®, Argentina) en la región sacra-coccígea.

RESULTADOS

A las 48 hs. del retiro de los dispositivos se determinó por ecografía ovárica el diámetro folicular máximo alcanzado en animales que manifestaron celo (grupo celo, n=8) y en aquellos que no manifestaron celo (grupo no celo, n=8). Los animales que conformaron cada grupo fueron seleccionados al azar. Tabla 1.

Tabla 1. Diámetros foliculares máximos a las 48 hs. de retirado los dispositivos de P4.

LOTES	n	Promedio	Desvio Stand.
Celo	8	12.98 mm^2	± 0.41 mm^2
No Celo	8	11.25 mm^2	± 0.68 mm^2

Los vientres fueron divididos aleatoriamente en dos grupos los cuales fueron inseminados a las 48 hs. con un semen comercial congelado que había superado los estándares mínimos para las pruebas *in vitro* y un SF de calidad seminal óptima y con 30 x 10^6 espermatozoides totales por dosis.

Los diagnósticos de gestación fueron realizados a los 35 días post-IA mediante ultrasonografía. Tabla 2.

Tabla 2. Tasa de preñez en vacas comparando la manifestaciòn de celo y el empleo de semen fresco (SF) y semen congelado (SC).

Semen fresco	44 % (20/45)	
	Celo	44 %(16/36)
	No celo	44 % (4/9)
Semen congelado	50 % (22/44)	
	Celo	53%(18//34)
	No celo	40 % (4/10)

CONCLUSIÓN

Los resultados del siguiente estudio sugieren el empleo de SF en vacas con cría al pie que no han presentado celo al momento de IA, no incrementa el porcentaje de preñez, no encontrándose diferencias numéricas entre la utilización de semen congelado comercial y semen fresco en esta categoría.

CONGELACIÓN DE SEMEN OBTENIDO MEDIANTE ELECTROEYACULACIÓN EN TOROS WAGYU Y ANGUS, CON EL EMPLEO DE DOS DILUYENTES COMERCIALES. RESULTADOS PRELIMINARES

Pérez-Garnelo SS, Vázquez J, Pesantez-Pacheco JL, Heras-Molina A, Villagrá A, Gardón JC, Martínez D, Sebastián F, González-Martín JV, Astiz S

El presente trabajo forma parte de un proyecto que tiene como objetivo el establecimiento de un banco de dosis seminales de la raza wagyu, procedente de un rebaño de raza pura formado en España. Dentro de los objetivos del proyecto, inicialmente se planteó, además de caracterizar los parámetros seminales de la raza wagyu de un rebaño originario de España, valorar la eficacia de dos diluyentes comerciales empleados habitualmente en la congelación de semen bovino: Andromed (Minitüb, Alemania) y Bioxcell (IMV, Francia).

Existe escasa o nula información publicada acerca de la calidad seminal y los protocolos de criopreservación más adecuados para efectuar la congelación de semen en el caso concreto de la raza wagyu, pero sí existen numerosos trabajos que describen en otras razas cómo el método de obtención del eyaculado afecta significativamente a su calidad (Jiménez-Rabadán et al., 2012), así como la variabilidad existente entre razas (Thun et al., 2002) e individuos (Jobim et al., 2004) en la resistencia a los procesos de congelación-descongelación del semen. Por ello, con el fin de realizar un estudio comparativo y valorar tanto el efecto de la raza como la variabilidad individual de los sementales en respuesta a los procesos de congelación-descongelación, los eyaculados de dos toros wagyu y dos angus, de la misma explotación, fueron obtenidos con un electroeyaculador Electrojac VI (Minitüb, Alemania) aplicando el programa automático de electroeyaculación predefinido. En cada colecta, se procedió a recoger la fracción espermática en un colector graduado atemperado. Los eyaculados se trasladaron al laboratorio donde se mantuvieron en baño maría a 37°C mientras se evaluaban los parámetros seminales (volumen, concentración, motilidad, integridad acrosómica, integridad de membrana mediante HOS test y viabilidad mediante tinción con eosina-nigrosina). Tras la evaluación inicial, se procedió a la división de los eyaculados y a su dilución con los diluyentes propuestos hasta alcanzar una concentración de 200x10^6 espermatozoides/ml. Para la congelación de las muestras se aplicó una curva de enfriamiento lenta [descenso hasta 5°C en 2 horas (0,2°C/min) y manten-

imiento dos horas a 5°] y envasado en pajuelas de 0,25 ml identificadas acorde a las exigencias legislativas. Las pajuelas se congelaron en vapores de nitrógeno líquido durante 10 minutos, tras lo cual, se procedió a su inmersión en nitrógeno. A las dos semanas se descongelaron dos pajuelas/diluyente y toro para evaluar los mismos parámetros seminales cualitativos determinados en el semen puro.

Los resultados obtenidos tras la descongelación de las muestras figuran en la tabla 1. En todos los parámetros seminales post-descongelación, los valores fueron mejores en los toros de la raza wagyu, siendo en esta raza comparables a los descritos en otras cuando se congela semen obtenido por electroeyaculación (Sakate et al., 2017), considerando además que los sementales no habían sido previamente seleccionados en base a la capacidad de resistencia de sus eyaculados a los procesos de congelación-descongelación (Ferrer et al., 2017). La motilidad e integridad acrosómica fueron numéricamente superiores en ambas razas con el empleo del diluyente Andromed, sin que las diferencias alcanzaran significación estadística. Por el contrario, para la funcionalidad de la membrana espermática determinada mediante el HOS test y su integridad mediante tinción con eosina-nigrosina, los resultados sí fueron mejores con Andromed en los sementales angus, pero en los wagyu se obtuvieron valores inferiores a los proporcionados con el diluyente Bioxcell.

Tabla1. Parámetros seminales post-descongelación por raza y diluyente (X?±EEM)

	ANGUS		WAGYU	
	Andromed	Bioxcell	Andromed	Bioxcell
Motilidad(%)	17,50±9,9	6,5±9,9	35,0±9,9	17,5±9,9
Integridad Acrosómica(%)	44,75±12,9	37,0±12,9	49,5±12,9	30,5±12,9
Integridad de membrana(%)	20,67±5,3	17,16±5,3	30,16±5,3	37,00±5,3
Viabilidad(%)	47,25±11,08	39,75±11,08	38,75±11,08	

Los resultados preliminares obtenidos en este estudio parecen evidenciar la superioridad del diluyente Andromed, por su mayor capacidad para preservar la motilidad espermática y la integridad acrosómica tras la descongelación, en la congelación de dosis seminales de estas razas, aunque se requieren más estudios para determinar el diluyente más adecuado a emplear en la congelación de semen en las razas propuestas, así como para comprobar la posible interacción entre los diluyentes planteados y las razas estudiadas.

Agradecimientos: Trabajo financiado en parte con el proyecto CDTI-IDI-20180254.

Bibliografía:

- Ferrer et al (2017). Clinical Theriogenology, 9(4): 563-572
- Jiménez-Rabadán et al. (2012). Anim. Reprod. Sci., 132: 88–95
- Jobim et al. (2004). Theriogenology, 61: 255–266
- Satake et al. (2017). Reprod. Dom. Anim., 53(2):414-422
- Thun et al. (2002). Theriogenology, 57:1087-1094.

CEBO

INCREMENTO DE PESO EN VAQUILLAS SUIZAS ALIMENTADAS CON ESTIÉRCOL DE CERDO DESHIDRATADO CON PATA DE SORGO Y MELAZA

Ochoa E, Gutiérrez E

RESUMEN

Ante los elevados costos de los granos, pastas oleaginosas y forrajes de corte, para la cría de vaquillas se propone una dieta con estiércol de cerdo (EC), pata de sorgo (PS) y melaza (M). Se evaluó su efecto, en el incremento de peso en 9 vaquillas Suizo Europeo, de 18 meses con peso promedio de 174.44 ±16.84 kg. Se elaboró una primera mezcla con EC y PS con 75 y 25% (en base fresca) respectivamente. La mezcla se extendió y deshidrato bajo el sol, luego se mezcló con M. Esta dieta mantuvo las proporciones de 35, 30 y 35 % (en base seca) de EC deshidratado con PS y M respectivamente. Las vaquillas se sometieron a un periodo de adaptación (PA) a la dieta de 25 días y, 35 días de experimentación. En el PA las vaquillas perdieron 0.191 ± 0.020 kg/día y en el período experimental, una ganancia diaria de peso (GDP) de 1.484 ± 0.467 kg/día en el período experimental. Se discute la calidad de la dieta y el posible efecto de crecimiento compensatorio (CC).

Palabras clave: Cerdaza, crecimiento de vaquillas, ganancia diaria de peso.

INTRODUCCIÓN

Las excretas de cerdo son una fuente de contaminación del tierra, aire (Trawinska *et al*., 2016) y agua (Palos *et al.*, 2018). Por otro lado, el nitrógeno de las heces proviene del alimento ofrecido, fuentes endógenas y células bacterianas. García *et al*. (2002), señalan en el estiércol deshidratado una menor pérdida de nutrientes, mejor palatabilidad (Flachowsky. 1997), menos malos olores (Arndt *et al.,* 1979). Al deshidratar al sol, el EC con forrajes secos, el esquilmo absorbe gran cantidad de humedad, fija el amoniaco, conserva la proteína cruda, adhiere fósforo y otros minerales (Cooke y Fontenot, 1990; Honeyman, 1993).

Materiales y Métodos

Deshidratación del EC. **Se mezcló del 75 de EC y 25 % de PS en base fresca (García *et al.,* 2002). La mezcla se extendió y deshidrato bajo el sol, en capas con un grosor de 15 centímetros. La dieta experimental se integró con la mezcla de EC y PS deshidratada, más M en proporciones estimadas de 35, 30 y 35 % (en base seca) respectivamente**

Vaquillas, alojamiento y manejo previo. **Nueve vaquillas de la raza Suiza Europeo (las disponibles en la Unidad de Producción Pecuaria), de 18 meses y un peso promedio de 174.44 ±16.84 kg, fueron desparasitadas, vitaminadas y alojadas en corrales individuales. Las vaquillas tuvieron un PA a la dieta de 25 días y 35 días de experimentación.**

Alimentación de las vaquillas y medición. Las becerras fueron alimentadas una vez al día, con la dieta propuesta más bloque de minerales y agua A*d libitum*. Para registrar la GDP, las vaquillas se pesaron al inicio y término del período de evaluación, sin dieta previa, en una báscula marca Ampesa (1500 kg).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las vaquillas alimentadas con la dieta propuesta perdieron 0.191 ± 0.0196 kg/día. Gutiérrez-Vázquez *et al.,* (1994) también observaron bajas GDP (0.019 kg/día) durante el PA, en novillos alimentados a base de estiércol fresco de cerdo, M y rastrojo de maíz. Después del PA, el 67 % de las vaquillas mostraron GDP de 1.484 ± 0.467 kg; cifra superior a la registradas en novillos *Bos taurus y Bos indicus* (0.965 ± 0.106 y

1.024 ± 0.14 kg por día respectivamente), en etapa de desarrollo, con dietas a base de EC, M y esquilmos agrícolas. Las altas GDP quizá se deban al efecto de la dieta pero también, al efecto de crecimiento compensatorio (Bavera *et al*., 2005). El kg del alimento con EC tiene un costo estimado de $ 1.76 pesos MN, mientras que el kg del alimento a base de sorgo molido, soya y minerales es de $ 3.72 MN. En el presente trabajo se utilizó todo el EC generado en la Unidad de Producción, lo que evito, que dicho estiércol contamine tierra, aire (Trawinska *et al*., 2016) y agua (Palos *et al.*, 2018).

CONCLUSIÓN

La dieta con EC deshidratado PS y M (con valor estimado) en un 30, 35 y 35 % de la materia seca, permitió un incremento de peso de 1.484 ± 0.467 kg en vaquillas Suizo Europeo. Se especula un efecto de CC en el 67 % de lote utilizado; aunque dicho efecto evidencia la buena calidad de la dieta. La dieta propuesta es más barata que una dieta convencional y, el uso del EC como alimento evita la contaminación de tierra, aire y agua.

LITERATURA CITADA

- Arndt, D.L., Day, D.L. and Hatfield, E.E. 1979. Proccesing and handling of animal excreta for refeeding. Journal Animal Science 48: 157-162.
- Bavera, G., Bocco, O. Beguet, H. y Petryna, A. 2005. Crecimiento y desarrollo compensatorios. Argentina. Cursos Producción Bovina de Carne. F.A.V. UNRC. www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/exterior/11-crecimiento_y_desarrollo_c ompensatorios.pdf [Consulta: Noviembre, 2015].
- Cooke, J.A. y Fontenot, J.P. 1990. Utilization of phosphorus and certain other minerals from swine waste and broiler litter. Journal of Animal Science 68: 2852-2863.
- Flachowsky, G. 1997. Animal excreta as a feedstuff for rumiants. A Review.Journal of Applied Animal Research1: 1-40.
- García-Rodriguez, A., Ramirez-Carrillo, J.T., Rocha-Chavez, G; Lezama-Gutiérrez, R y Gutiérrez-Vázquez, E. 2002. Nutritional Quality of Sun-dried Swine Excreta for Beef Cattle. Journal Applied Animal Research. 22: 105-112.
- Gutiérrez-Vázquez, E., Peña-Pérez, F., Partida-Partida, M. and Flachowsky, G. 1994. Acceptance of fresh swine excreta by growing bulls. Journal of Applied Animal Research. 5:143-152.
- Palos, L. M., Bigot-Clivot, Aurélie., GebaElodieLe Foll, F., Le Guernic, A., Geffard, A., Aubert, D., Durand, L., Villena, I., Durand, L., La Carbona, S., Favennec, L., Gargala, G.and Pierre, S. 2018. Mollusc Bivalves as Indicators of Contamination of Water Bodies by Protozoa Parasites. Earth Systems and Environmental Sciences. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780124095489109790?via%3Dihub
- Trawi?ska, B. Chmielowiec-Korzeniowska, A., Nowakowicz-D?bek, B., Tymczyna, L., Bombik, T., Pyrz, M. & Tymczyna-Sobotka, M. 2016. Evaluation of microbial contamination of feces and soil on a laying-hen farm depending on sampling site and season. *Revista Brasileira de Zootecnia*, *45*(4), 190-194.
- Velázquez, M.J.O. y Gutiérrez, V.E. 1992. Alimentación de toretes (*Bos taurus* y *Bos indicus*) en desarrollo con estiércol fresco de cerdo melaza y rastrojo de maíz. IV Reunión de Nutrición Animal. Monterrey, N.L. P. 19-23.

EXTENSIVO

PERFIL BIOQUÍMICO MEDIO EN VACAS DE CARNE CAÍDAS

Minas M

En la clínica de vacuno de carne pocas situaciones clínicas son tan frustrantes para el médico veterinario en términos de éxito terapéutico, y tan penalizadoras desde el punto de vista económico para el productor, como los casos de síndrome de vaca caída (SVC). Es un término muy difundido en la clínica ambulatória de bovinos que resulta de la tradición integral de la expresión anglosajon “Downer Cow Syndrome”.

El síndrome de la vaca caída (SVC) es un trastorno neuromuscular secundario a un decúbito primario prolongado muy frecuente en vacuno. En animales con aptitud lechera las causas son bien conocidas en la mayoría de los casos y están muy asociadas al puerperio, a una alteración metabólica conocida como hipocalcemia, tetania o fiebre de la leche. Sin embargo, en las explotaciones de vacuno de carne, es una patología con alguna prevalencia (se estima entre el 5 y 10%; datos no publicados), estacional (otoño/invierno), aunque se piensa estar poco asociada a problemas metabólicos como causa primaria del decúbito. La nutrición juega un papel importantísimo como factor predisponente del decúbito, siendo la mala condición corporal denominador común de los animales que caen.

Son varias las causas de este síndrome en vacas de carne: subnutrición , parálisis del parto, algunos problemas podales y artritis. Ocasionalmente, también pueden ocurrir parálisis braquial/radial, fracturas, luxaciones y linfosarcoma.

El decúbito esternal prolongado provoca compresión a nivel del tercio superior de los miembros posteriores de los bovinos y esta compresión origina lesiones graves y potencialmente irreversibles en los animales caídos, haciendo el pronóstico cada vez más reservado a medida que pasa entre el decúbito y la intervención del hombre.

En buena práctica el uso de soluciones electrolíticas administradas vía entérica o parenteral en la clínica ambulatoria de vacuno de carne para el tratamiento de esta condición es en la gran mayoría de las veces empírica y de resultados dudosos. El uso de calcio o de otras soluciones electrolíticas sólo se justifica en casos específicos donde los resultados de laboratorio así lo exijan, lo que no sucede en la realidad de la clínica de campo.

Con el fin de combatir la escasez de publicaciones en este capítulo nos propusimos examinar el perfil bioquímico de vacas de carne que padecían de este síndrome. Para tal durante el año 2017, se muestrearon 15 animales, todos del sexo femenino, de raza Cruzada de Carne (6/15) y Alentejana (9/15), cum una edad media de 12.5 años y una condición corporal (1- 9) promedio de 2.9. En cuanto a la relación del momento del decúbito con el parto podemos referir que en la mayoría de los casos (10/15, 67%) el decúbito ocurrió antes del parto. Es importante observar que todos los casos presentan una débil condición corporal media, 2.9 (1-9), lo que nos puede llevar a asociar la nutrición a SVC, es decir, la mala condición corporal como factor que predispone a la caída de las vacas de carne.

Desde el punto de vista bioquímico pudimos estimar un perfil medio (Tabla 1): aumento significativo de las enzimas musculares, aspartato aminotransferasa (AST) y creatinina quinasa (CK), hipocalcemia moderada, elevación de la enzima gamma glutamiltransferasa (GGT), hiperglobulinemia, hipermagnesiemia y urémia (BUN). Curiosamente en las vacas estudiadas el nível de Calcio estaba por debajo de los valores de referencia, pero no tan fuerte como que para ser la causa primaria del decúbito, ya que la gran mayoría de las vacas de carne no responde a la

administración intravenosa de Calcio. Se asoció la uremia a una posible desidratación y fallo renal que ocurre en estos animales, y la hipermagnesiemia, rara en bovinos, a una incapacidad del riñon para eliminar el exceso de Mg circulante consecuencia de una masiva destrucción muscular. Otro hallazgo importante fue un aumento de las globulinas séricas, hecho que podría estar asociado a inflamación crónica o incluso hemoparasitos.

Comparando médias entre variables se destacan, entre otras, correlaciones con algún significado entre la edad del animal y el nível sérico de las globulinas (0,75), albumina y urea (0,83), las proteínas totales y las globulinas (0.77), las globulinas y los niveles séricos de magnesio (-0.78), las globulinas y los niveles séricos de magnesio (-0.78), y el magnesio y la edad del animal (-0.76). Además de aquellas, observamos correlaciones más consistentes desde el punto de vista estadístico entre urea y el nivel sérico de Mg (0.93) y creatinina quinasa (CK) y aspartato aminotransferasa (AST) (0.85). En un intento de comparar médias entre grupos con o sin icterícia, se han obtenido diferencias significativas en los siguientes parámetros: AST, GGT, CK e PHOSP. El perfil bioquímico medio de la vaca de carne caída no varía con la época en que ocurre, ni está relacionado con el momento del parto.

Curiosamente, y teniendo en cuenta las limitaciones de la muestra, no deja de ser interesante desde el punto de vista académico conjeturar que el síndrome es ligeramente más marcado en vacas Alentejanas, cuando las comparamos a las cruzadas. En este caso la rusticidad de la raza Alentejana no justifica la hipocalcemia más acentuada en aquellas vacas ni la elevación más marcada de las enzimas musculares, CK y AST, que parecen sugerir mayor destrucción muscular, probablemente mayor implicación sistémica, en particular a nivel renal, y peor pronóstico.

En el futuro es nuestra intención continuar estudiando este síndrome tan complejo, y con tamaño impacto económico en la bovinicultura alentejana. Para ello, nos proponemos aumentar el tamaño de la muestra para obtener resultados más fiables estadísticamente, e incluir aún más algunos parámetros adicionales (hematocrito, pH sanguíneo, tratamiento y seguimiento, análisis de orina, determinación seriada de enzimas musculares con con el fin de obtener una herramienta con valor pronóstico, etc.) que nos ayuden a determinar un perfil bioquímico medio más cercano a la realidad, así como a estudiar la relación entre algunas de esas variables.

CIRUGÍA

MASTECTOMÍA POR EL FLANCO. DESCRIPCIÓN DE UNA NUEVA TÉCNICA QUIRÚRGICA

Trucco FT

INTRODUCCIÓN

La mastectomía por el flanco es un procedimiento de salvataje que actúa a través de una reducción del aporte vascular de la glándula mamaria que culmina generando una disminución progresiva del parénquima glandular debido a la restricción del aporte sanguíneo que se logra mediante la ligadura de la Arteria Pudenda Externa con una brida de plástico.

Está indicada en casos de mamitis gangrenosas, supurativas, o mastitis severas asociadas a organismo liberadores de endotoxinas y/o exotoxinas, como así también en todos aquellos casos crónicos refractarios a la antibioterapia.

Es un procedimiento que se realiza en forma rápida y con menos riesgos quirúrgicos que una mastectomía convencional, que debido a las altas complicaciones intra-operatorias que presenta por hemorragias, no es tenida en consideración dentro de las opciones quirúrgicas por el clínico buiatra.

Anatomía vascular

Un óptimo flujo sanguíneo de la glándula es esencial para proveer los precursores necesarios para la síntesis de leche. El flujo sanguíneo de la glándula mamaria esta correlacionado con el nivel de producción y disminuye luego del pico de lactancia cuando comienza a declinar la producción láctea. Se cree que tiene que circular aproximadamente 400 litros de sangre por la ubre por cada litro de leche secretado.

La principal arteria de la ubre es la Arteria Pudenda Externa (? 95 %) y es complementada con una de menor calibre e importancia como es la Arteria Perineal Ventral, la cual contribuye muy poco a la irrigación de las mamas.

Cada hemi mama (glándula anterior derecha y glándula posterior derecha) recibe aporte sanguíneo de dos Arterias Pudendas diferentes.

La arteria Pudenda Externa puede llegar a tener un diámetro de 2 cm, la misma ingresa a la ubre luego de haber recorrido el canal inguinal, donde es acompañada por venas, nervios y vasos linfáticos.

Al principio forma una flexura sigmoidea (esto es una adaptación fisiológica para compensar el estiramiento cuando la ubre está cargada) para luego dividirse en Arteria Mamaria Craneal, que tiene una orientación ventro-craneal y Arteria Mamaria Caudal, mucho más pequeña que corre caudalmente.

TÉCNICA QUIRÚRGICA

La mastectomía por el flanco puede ser realizada con el animal en estación, a través de la utilización de una anestesia infiltrativa en forma de L invertida; como así también con el animal en decúbito lateral empleando una anestesia general inyectable.

La técnica se realiza en el lado ipsilateral a la glándula afectada y sigue los pasos de una laparotomía baja. La incisión se hace en la unión del tercio medio y bajo de la pared abdominal. Otra ventaja de la técnica es el pequeño tamaño necesario de la incisión, sólo unos 10 cm, debe ser suficientemente grande como para permitir el ingreso de la mano del cirujano al interior de la cavidad abdominal.

La arteria Pudenda es localizada en forma sencilla por su ubicación anatómica y por su frémito característico. Se la encuentra exactamente 10 cm ventral y 5 cm lateral al pubis.

Para la colocación del precinto (figura 1) hay que separar la arteria de las capas serosas del peritoneo parietal y el tejido conectivo que forma el paquete vascular (es la parte que más tiempo insume de la cirugía) para luego pasar la brida y proceder a su ajuste final.

Una disección adecuada se logra cuando podemos introducir dos dedos por debajo del paquete vascular.

La correcta colocación del precinto se corrobora por la ausencia de pulso distal al mismo.

CONCLUSIÓN

La técnica produce una isquemia o disminución del aporte vascular del parénquima glandular mamario y su extensa red capilar que induce una atrofia progresiva que comienza partir de los 42 días de realizada la cirugía. Además, bloquea la absorción sistémica de toxinas, lo que permite una mayor recuperación del animal.

MEDICINA

MONITORIZANDO EL RESULTADO TERAPÉUTICO DE INCLUIR O NO UN AINE POUR-ON EN EL TRATAMIENTO DE NEUMONÍA EN LAS TERNERAS DE RECRÍA

Pilar C, Grille R, Cundins A, Ibañez A, Elvira L

INTRODUCCIÓN

A lo largo de los últimos años, se ha investigado mucho sobre la importancia de la recría, poniendo especial foco en la gran relevancia del ritmo de crecimiento y la salud para que las novillas puedan expresar todo su potencial productivo. A nivel sanitario, las neumonías son sin duda una de las principales enfermedades a tomar en cuenta por su prevalencia y coste. Y es que numerosos estudios demuestran como el padecimiento de la neumonía con repercusiones sobre toda la vida productiva del animal (Dunn et al 2018; VanAmburgh et al., 2014; Furman-Fratczak et al., 2011; Van der Fels-Klerx et al., 2002).

A la hora de abordar el plan preventivo de la neumonía en las terneras deberemos trabajar en 3 pilares: 1) corrección de los puntos críticos de manejo que aumentan el riesgo de neumonía (encalostrado, alimentación, ventilación, etc.); 2) plan vacunal que proporcione inmunidad específica y temprana a las novillas y 3) protocolo terapéutico precoz y eficaz para minimizar las recaídas y nuevos casos clínicos.

La patogénesis de la neumonía incluye un proceso inflamatorio que en teoría juega un papel beneficioso; que da lugar en muchos casos a una respuesta demasiado intensa. En estos casos, el uso del antibiótico puede ser insuficiente; y el uso de un antiinflamatorio no esteroideo (AINE) ayuda a reducir la intensidad de la inflamación causante entre otros de la fiebre o depresión. El flunixin meglumine ha demostrado ser el AINE más eficaz a la hora de reducir la pirexia, consolidación pulmonar y necesidad de retratamientos (Lockwood y col., 2003). Por otro lado, en los últimos años hay disponible un flunixino meglumina de administración única y transdérmica (Finadyne Transdérmico®), que permite minimizar el manejo dada su acción antiinflamatoria prolongada (Kleinhenz y col., 2016; Thiry y col., 2017).

Por tanto, nuestro objetivo fue valorar el interés de complementar el tratamiento antibiótico habitual de la granja con el AINE pour-on en las terneras de recría afectadas por neumonía.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en un centro de recría gallego entre diciembre de 2018 y enero de 2019. En el estudio participaron tanto terneras lactantes (10-60 días de vida, alojadas en boxes individuales y alimentadas tres veces al día con lactorremplazante y disposición de pienso y agua *ad libitum*) como postdestete (60-90 días, alojadas en grupos de 4-5 animales con más de 3.5m2/ ternera y alimentadas con forraje, pienso y agua *ad libitum*.

Las terneras fueron diagnosticadas como enfermas de neumonía en base al score de McGuirk (McGuirk, 2008) utilizando como temperatura rectal de corte 39,5ºC. Tras su diagnóstico, las terneras se asignaron de forma aleatoria a uno de los siguientes grupos de estudio (estimándose el peso para el cálculo de la dosis mediante cinta torácica):

Control: tratados sólo con el antibiótico habitual de la explotación (Sulfadoxina trimetoprima, Borgal® a dosis 12,5 mg de sulfadoxina + 2,5 mg de trimetoprima/kg de peso vivo a intervalos de 24 horas durante 4 días).

Finadyne TD: tratados con el antibiótico habitual (misma pauta que grupo control + Finadyne Transdérmico (dosis única).

Resflor: tratadas con florfenicol+Flunixin meglumina en dosis única pour on (2ml/15kg PV).

Tras la inclusión, las terneras fueron monitorizadas diariamente durante 96 horas mediante el score de McGuirk. Además, durante las primeras 6 horas se monitorizó la temperatura rectal a intervalos de una hora. Finalmente, a las 96h se evaluó el éxito terapéutico considerándose como tal las terneras con Tª rectal <39,5ºC y menos de 2 signos respiratorios.

Para el análisis estadístico se usó SPSS 22.0 realizándose ANOVA para la comparación de los parámetros cuantitativos entre los grupos objeto de estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En total se incluyeron 48 terneras (25 en el grupo control y 23 en el grupo Finadyne TD). Durante las primeras 24 horas de seguimiento, las terneras del grupo Finadyne TD y Resflor presentaron una temperatura rectal significativamente menor que las del grupo control entre 2 y 24 horas postratamiento (ver gráficas 1 y 2). A partir de las 4h se alcanzó una diferencia máxima de 0,5ºC en el grupo Finadyne TD y 0,4ºC en el grupo Resflor, que se mantuvo hasta las 6 horas postratamiento. Posteriormente, todavía se mantuvo una diferencia de 0,4ºC en el grupo Finadyne Transdérmico a las 24 horas postratamiento.

Gráficas 1 y 2. Monitorización de la Tª rectal a lo largo de las 96 horas de seguimiento post tratamiento.

Finalmente, una vez transcurridas 96 horas del tratamiento (día 4), el éxito terapéutico fue superior en los grupos Finadyne TD y Resflor (95,6%) que en el grupo Control (87,5%). Además, las recaídas posteriores durante el mes posterior al tratamiento fueron claramente menores en las terneras del grupo Resflor (8,7% Resflor vs 20,8% Control y 20,0% Finadyne TD, respectivamente).

BIBLIOGRAFÍA

- Van der Fels-Klerx H.J., Martin S.W. y Huirne R.B.M. (2002) Effects on productivity and risk factors of BRD in dairy heifers; a review for the Netherlands. Netherlands Journal of Agricultural Science, 50: 27-45.
- Furman-Fratczak K., Rzasa A. y Stefaniak T. 2011. The influence of colostral immunoglobulin concentration in heifer calves serum on their health and growth. Journal of Dairy Science, 94: 5536-5543.
- McGuirk SM, 2008. Disease management of dairy calves and heifers. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 24: 139-153.
- Van Amburgh M.E., Soberon F., Lopez D.J., Karszes J. y Everett R.W. (2014) Early Life Nutrition and Management Impacts Long-Term Productivity of Calves. Proceedings 50th Florida Dairy Production Conference, Gainesville, 35-49.
- Dunn T.R., Ollivett T.L., Renaud D.L., Leslie K.E., LeBlanc S.J., Duffield T.F. y Kelton
- D.F. (2018) The effect of lung consolidation, as determined by ultrasonography, on first-lactation milk production in Holstein dairy calves. Journal of Dairy Science, 101: 1–7.
- Thiry J., Fournier R., Roy O. y Catala M. (2017) Evaluation of flunixin meglumine pour- on administration on prostaglandin E2 concentration in inflammatory exudate after induction of inflammation in cattle Research in Veterinary Science, 114: 294–296.
- Lockwood R.W., Johnson J.C. y Katz T.L. (2003) Clinical efficacy of flunixin, carprofen and ketoprofen as adjuncts to the antibacterial treatment of bovine respiratory disease. Veterinary Record, 152: 392-394.
- Kleinhenz M.D., Van Engen N.K., Gorden P.J., KuKanich B., Rajewski S.M., Walsh P., Coetzee J.F. (2016) The pharmacokinetics of transdermal flunixin meglumine in Holstein calves. J Vet Pharmacol Ther, 39(6): 612-615.

