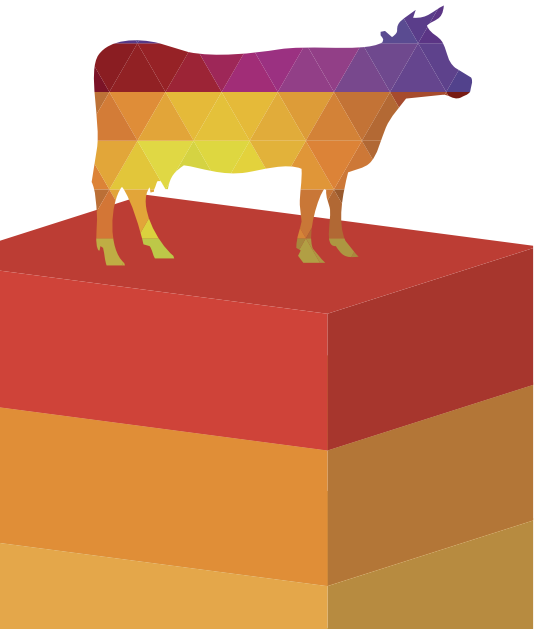
XX CONGRESO INTERNACIONAL ANEMBE DE MEDICINA BOVINA

Burgos 6, 7 y 8 de mayo de 2015

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: Trisquelmedia
Imprime: Gráficas Rígel

Depósito Legal: AS-1531-2015
© ANEMBE 2015

6 CURRÍCULOS PONENCIAS

MEDICINA Y CIRUGÍA

18 PAUTAS PARA EL CONTROL DE LA DERMATITIS DIGITAL
Dr. Arturo Gómez

21 ASPECTOS DE MANEJO RELACIONADOS CON LA SALUD PODAL EN VACAS DE LECHE
Dr. Xavier Manteca

23 LA CESÁREA EN EL GANADO: UN DEBATE ABIERTO ENTRE ESPECIALISTAS
THE CESAREAN SECTION IN CATTLE: AN OPEN DEBATE AMONG SPECIALISTS
Dra. Iris Kolkman, José Antonio Pico, Jorge Eseverri y Dr. Carlos Risco

50 COW-SIDE TEST: WHAT IS USEFUL AND COST EFFECTIVE IN CATTLE PRACTICE?
Traducción al castellano: Análisis a pie de vaca: ¿qué es útil y rentable en la clínica bovina?
Prof. Hugues Guyot

58 CALVING MANAGEMENT FROM THE EMPLOYEE PERSPECTIVE AND EFFECT OF HYPOCALCEMIA ON IMMUNE FUNCTION AND METRITIS IN DAIRY CATTLE
Traducción al castellano: Manejo del parto desde la perspectiva de los empleados y efecto de la hipocalcemia sobre la función inmune y la metritis en el vacuno lechero
Dr. Carlos A. Risco

66 BOVINE RESPIRATORY DISEASE: FROM CLINIC TO ETIOLOGIC DIAGNOSIS, A SHORT STEP
Traducción al castellano: Enfermedad Respiratoria Bovina: de la clínica al diagnóstico etiológico, un pequeño paso
Prof. Hugues Guyot

74 VETERINARY ACUPUNCTURE AND TRADITIONAL CHINESE MEDICINE (TCM) IN FARM ANIMALS
Traducción al castellano: Acupuntura Veterinaria y Medicina Tradicional China (MTC) en animales de granja
Dr. Eric Nelson

MANEJO Y ALIMENTACIÓN

78 ACHIEVING MAXIMUM GROWTH POTENTIAL OF REPLACEMENT HEIFERS THROUGH MANAGEMENT AND NUTRITION
Traducción al castellano: Cómo lograr el máximo potencial de crecimiento en las novillas de recría mediante el manejo y la nutrición
Dr. Robert B. Corbett

94 IMPACT OF MATERNAL NUTRITION ON DEVELOPMENT AND CONSEQUENCES FOR THE FUTURE REPRODUCTION OF THEIR OFFSPRING
Traducción al castellano: Influencia de la nutrición materna sobre el desarrollo y sus consecuencias en el futuro rendimiento reproductivo de la descendencia
Dr. Alexander C.O. Evans

106 MINIMIZING THE EFFECTS OF IMMUNOSUPPRESSION THROUGH MANAGEMENT AND NUTRITION
Traducción al castellano: Cómo minimizar los efectos de la inmunodepresión a través del manejo y la nutrición
Dr. Robert B. Corbett

TERNEROS Y CEBO

113 BIENESTAR EN TERNEROS MAMONES: PROBLEMAS, INDICADORES Y ESTRATEGIAS
Dr. Xavier Manteca

115 MESA REDONDA: EMPLEO PRÁCTICO DE PROGRAMAS DE GESTIÓN SANITARIA EN CEBADEROS. DISTINTAS NECESIDADES: DISTINTAS SOLUCIONES
José Joaquín Sánchez

117 PROGRAMA DE GESTIÓN SANITARIA EN CEBADEROS
Magí Garcia

SANIDAD

118 CURRENT CONCEPTS FOR BVD CONTROL IN EUROPE
Traducción al castellano: Conceptos actuales para el control del BVD en Europa
Prof. Dr. Volker Moennig

122 IMPLEMENTACIÓN DE LA SELECCIÓN GENÓMICA EN EL VACUNO LECHERO ESPAÑOL Y NUEVOS RETOS
José Antonio Jiménez Montero y Noureddine Charfeddine

129 ÍNDICES GENÉTICOS EN VACUNO DE CARNE
Josu Payás Arberas

134 AN INTRODUCTION TO GENOMICS
Traducción al castellano: Introducción a la genómica
Dr. John B. Cole

142 APPLIED DAIRY CATTLE GENOMICS
Traducción al castellano: Genómica aplicada en el bovino lechero
Dr. John B. Cole

EXTENSIVO

150 MODELOS DE SIMULACIÓN PARA LA GESTIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA DEL VACUNO DE CARNE EN EXTENSIVO
Dr. Alberto Bernués, Dr. Daniel Villalba, Dr. Gillermo Ripoll, Dr. Roberto Ruiz

REPRODUCCIÓN

155 MANAGEMENT STRATEGIES TO OPTIMIZE REPRODUCTIVE PERFORMANCE IN DAIRY HEIFERS
Traducción al castellano: Estrategias de manejo para optimizar el rendimiento reproductivo de las novillas lecheras
Dr. Carlos A. Risco

162 RELEVANCE OF PROGESTERONE FOR THE ESTABLISHMENT OF PREGNANCY AND ITS EXOGENOUS MANIPULATION
Traducción al castellano: Relevancia de la progesterona para el establecimiento de la gestación y su manipulación exógena
Dr. P. Lonergan y Dr. Alexander C.O. Evans

CALIDAD DE LECHE

170 PLANES DE HIGIENE EN LAS EXPLOTACIONES DE VACUNO LECHERO
Pedro Blanco Martínez

171 CLINICAL PHARMACOLOGY OF INTRAMAMMARY MASTITIS THERAPY
Traducción al castellano: Farmacología clínica del tratamiento intramamario de mastitis
Dra. Sarah Wagner

175 LA CAMA COMPOST, ¿ES REALMENTE UNA ALTERNATIVA A LOS SISTEMAS TRADICIONALES DE ESTABULACIÓN PARA VACUNO LECHERO?
Dra. Lorena castillejos

181 EVIDENCE-BASED THERAPY OF COLIFORM MASTITIS
Traducción al castellano: Tratamiento basado en la evidencia frente a la mastitis coliforme
Dra. Sarah Wagner

185 EPIDEMIOLOGÍA Y PATOGÉNESIS DE *STREPTOCOCCUS UBERIS*
Dr. Raúl A. Almeida

COMUNICACIONES ORALES

MEDICINA Y CIRUGÍA

192 **Evaluación de métodos de detección de cojeras mediante la observación de anomalías posturales y alteraciones de la locomoción registradas en las vacas en la sala de ordeño y atrapadas en las cornadizas**
Evaluation of postural abnormalities and impaired gait in dairy cattle during milking and while trapped at head-lockers as predictors of lameness
A. García-Muñoz, G. Vidal, N. Singh, N. Silva-del-Río

193 **Recogida de información sobre salud podal en ganado vacuno lechero español: I-SAP**
Claw Health Data recording in Spanish dairy cattle: I-SAP
N. Charfeddine, M.A. Perez-Cabal

193 **Evaluación del trabajo de los podólogos durante el tratamiento de vacas cojas en rebaños lecheros de California: medidas objetivas de la pezuña**
Hoof trimmer performance during lame cow treatment on California dairies: objective hoof measurements
M. Pineda, I. Akin, Y. Trillo, N. Silva-del-Río

194 **Estudio de la validez de los intervalos de referencia de ganado vacuno adulto para interpretar variables bioquímicas de terneros en los primeros 3 meses de vida**
Validation study of the reference intervals from adult cattle to interpret biochemical variables obtained from calves during their first 3 months of life
M. Pérez-Santos, V. Alves-Nores, C. Castillo, J. Hernández, J.L. Benedito, Á. Abuelo

195 **Análisis de los niveles de β-hidroxibutirato en muestras de leche de vacuno en post-parto**
Assessment of the β-hydroxybutyrate levels from cow milk samples in the post-partum period
R. Fouz, C. Viña; M.L. Sanjuán, E. Yus, F.J. Diéguez

196 **Una encuesta a clínicos: ¿puede un instrumento obstétrico realmente marcar la diferencia?**
Practitioner survey: can a new obstetrical instrument really make the difference?
F.Schlederer, A. Wehrend

197 **Repercusiones de la recría de terneras con malformaciones cardiacas congénitas**
Impact of congenital cardiac malformations in heifers
C. Tejero, M. Terré, A. Usoz, Juaristi JC, M. Respecte

198 **Estudio *postmortem* de la pleura visceral en el ganado bovino y su aplicación práctica en la biopsia pulmonar mediante toracoscopia**
Postmortem study of the visceral pleura in cattle and its practical application in lung biopsy via thoracoscopy
N. Pérez Villalobos, I. Espinosa Crespo, J. González Fernández, S. Casademunt Garre, A. González-Bulnes, J.V. González Martín, S. Astiz Blanco

199 **La ecografía pulmonar como método diagnóstico y pronóstico de patologías respiratorias**
Lung ultrasound as a diagnostic and prognostic method of respiratory diseases
B. Monsalve, J. Blanco, J.M. San Miguel, M. Re

200 **Arqueopatología: laminitis crónica en bovinos representados en bajorrelieves de arte egipcio**
Archeopathology: chronic bovine laminitis represented in egyptian art bas-reliefs
L.M. Ferrer Mayayo, L.M. Cebrián Yagüe, J.J Ramos Antón, A Domínguez Arranz, M. Espada Aguirre

NUTRICIÓN

201 **Descripción de los errores de pesada de los ingredientes de las raciones de alta producción en ganaderías de vacuno de leche de California**
Description of deviation from formulated target weight of the high cow ration and the high cow premix recipes on CA dairy farms
Y. Trillo, A. Lago, N. Silva-del-Río

202 **Perfiles metabólicos y endocrinos en novillas de carne sometidas a distintos manejos desde el nacimiento hasta su primera cubrición a 15 meses**
Metabolic and endocrine profiles in beef heifers submitted to different managements from birth to first breeding at 15 months
A. Sanz, J.A. Rodríguez-Sánchez, J. Ferrer, I. Casasús

203 **Perfil mineral (elementos esenciales y tóxicos) en ganado vacuno lechero en explotación ecológica y convencional en España**
Profile of essential trace and toxic elements in organic and conventional dairy cattle in Spain
M. Miranda, F. Rey-Crespo, C. Herrero-Latorre, L. Rigueira, M. López-Alonso

CALIDAD DE LECHE

203 **Tratamiento de la mastitis por *Streptococcus uberis* en lactación: factores que afectan a la curación bacteriológica**
Streptococcus uberis mastitis treatment during the lactation period: factors affecting the bacteriological cure
F.J. Dieguez, C. Andreu, L. Macias, M.L. Sanjuán, S. Simjee, G. Vertenten, E. Yus

SANIDAD

204 **Utilidad de las evidencias clínicas en la detección de casos de infección activa por el virus BVD en granjas bovinas españolas**
Usefulness of clinical evidences to determine active BVD-infections in Spanish bovine farms
S. Astiz, L. Cogollos, J. M. Loste, G. Aduriz, M. Cerviño

206 **Influencia del programa de control de BVD realizado por las ADSG de Galicia en la detección de animales persistentemente infectados**
Influence of a BVDV control program, conducted through ADSG from Galicia, in the detection of persistently infected cattle
S. Martínez, F.J. Diéguez, E. Yus, C. Eiras, M.I. Carnero, C.Calvo, V. Rubinos; I Arnaiz

207 **La asociación entre la eliminación de animales y la seropositividad a *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* en ocho rebaños de vacuno lechero de Galicia**
The association between culling and seropositivity for Mycobacterium avium subsp. paratuberculosis in eight Galicia, Spain dairy farms
I. Mato, N. Pesqueira, C. Factor, M.L. Sanjuán, R. Fouz, I. Arnaiz, C. Eiras, F. Camino, E. Yus, F.J. Diéguez

207 **Desarrollo de una vacuna frente a la tricomonosis bovina**
Development of a vaccine against bovine trichomonosis
S. Rojo-Montejo, E. Collantes-Fernández, R. Sánchez-Sánchez, J. Moreno-Gonzalo, M. Fort, A. Román-Trufero, J. L. Antón-Escaladas, R. Casais-Goyo, K. Osoro, L.M. Ortega-Mora

209 **Estudio en matadero de neumonías en bovinos de cebadero**
A post-mortem study of pneumonia in feedlot cattle
M. Fernández, V. Pérez, J. Canjimba, M. Fuertes, P. Castaño, M. Royo, J. Benavides, M.C. Ferreras

209 **Primer caso de besnoitiosis bovina en una ternera**
First case of bovine besnoitiosis in a calf
C. Diezma Díaz, J. Benavides-Silván, A. Jiménez Meléndez, D. Gutiérrez-Expósito, P. García-Lunar, L.M. Ortega-Mora, G. Álvarez-García

210 **Detección de anticuerpos anti-*Besnoitia besnoiti* en una vaca de Galicia**
First detection of anti-Besnoitia besnoiti specific antibodies in a cow from Galicia
P. Día, C. López, R. Panadero, P. Díez-Baños, P. Morrondo, J. Moreno-Gonzalo, L.M. Ortega-Mora, G. Álvarez-García

211 **Paranfistomosis bovina por *Calicophoron daubneyi*: estudio epidemiológico y patológico**
Bovine paramphistomosis by Calicophoron daubneyi: an epidemiological and pathological study
M. Fuertes, M. Y. Manga, J. Benavides, M.C. González-Lanza, M. Mezo, M. González-Warleta, M. Fernández, V. Pérez, M.C. Ferreras

212 **¿El ganado vacuno adulto representa un riesgo importante de aparición de diarreas neonatales por *Cryptosporidium*?**
Does adult cattle constitute an important risk for neonatal diarrhoea by Cryptosporidium in calves?
P. Díaz, E. Navarro, A. Prieto, A. Pérez, C. López, R. Panadero, G. Fernández, P. Díez-Baños, P. Morrondo

212 **Impacto de un protocolo específico para el control de coccidios en las tasas de crecimiento a medio plazo en terneros de cebo**
Impact of coccidia-specific control protocol on medium term growth performance in a feedlot-farm
M. García-García; J.M. Cainzos-Cagiao; C. de Mûelenaere; G. Vertenten

213 **El Diclofenaco de uso Veterinario, una Amenaza para los Buitres en España**
Spanish Vultures Threatened by Veterinary Diclofenac
U. Höfle, J.M. Blanco-Portillo, J. Tavares

REPRODUCCIÓN, GENÉTICA-GENÓMICA Y GESTIÓN

214 **Desarrollo de un simulador de explotaciones lecheras para valorar el efecto de diferentes estrategias productivas sobre el rendimiento técnico y económico**
Development of a dairy farm simulation program to evaluate the effect of different production strategies on technical and economical performance
S. Calsamiglia, L. Castillejos, S. Astiz, Q. Baucells

215 **Evaluación de lo pH ruminal de vacas lecheras en Portugal - relación con otros parámetros**
Ruminal pH evaluation of dairy cows in Portugal - relationship with other parameters
B. Moreira, R. Bexiga, R. Bessa, G. Stilwell

216 **Uso de cosynch-5 en novillas holstein en un establo con mala detección de celos**
Use of cosynch-5 in holstein heifers in a farm with poor heat detection
C. Dammert

Datos descriptivos de fertilidad a primera IA tras protocolos de sincronización y fertilidad en las subsiguientes IAs tras protocolos de resincronización en 32 granjas del Noreste español
217 *Descriptive results of fertility after first AI with presynchronization protocols and fertility from second AIs after resynchronization protocols in 32 farms from the Northeast of Spain*
S. Astiz, J. Heras, O. Fargas

Relación entre la citología y bacteriología del útero en vacas de producción láctea
218 *Relationship between uterine cytology and bacteriology in dairy cattle*
B. Mariño, L. Barrio, J.E. Mociños, J.L. Guillin, M. Barrio, J.J. Becerra, P.G. Herradón, A. Prieto, G Fernández, A.I. Peña, L.A. Quintela

Aplicación en el postparto temprano de eCG y protocolos hormonales de sincronización para intentar paliar los efectos del estrés por calor sobre la fertilidad a la primera IA.
219 *Early postpartum application of eCG and hormonal synchronization protocols to try to diminish the negative effects of heat stress on the fertility after first inseminations*
S. Astiz, F. Sebastián, O.Fargas, M. Fernández, E.Calvet

PÓSTER

SANIDAD

Fallo reproductivo, protección fetal e inmunidad en bovinos. Datos relevantes
222 *Reproductive failure, fetal protection and immunity in bovines. Relevant data*
R. Vázquez Aguilar

Procedimiento frente a sueros reaccionantes falsamente positivos mediante el uso de prueba de la brucelina en el marco del programa de erradicación de la brucelosis bovina presentado por España a la UE en la región de Cataluña
223 *Procedure against Sera Reagents falsely positive through the use of the brucellina test in the framework of the programme for the eradication of bovine brucellosis presented by Spain to the EU in the region of Cataluña*
I. Mercader, J.L. Sáez, A. Alba, M.Duran, A. de Frutos, I. Selga, C. Massot, S. Napp

Importancia de *Tritrichomonas foetus* en problemas de infertilidad en ganado bovino extensivo en España
224 *Tritrichomonas foetus as cause of infertility in beef cattle in Spain*
A. Fernández, C. Sanz, A. Benito, J.L. Arnal, M. Borobia y G. Chacón

Un caso clínico compatible con coccidiosis en vacuno lechero adulto
225 *A coccidiosis-compatible clinical case in adult dairy cattle: case report*
M. Abelleira-Picos, J.M. Cainzos-Cagiao, G. Vertenten

Empleo de una técnica de inmunohistoquímica en muestras de piel, para detección de animales persistentemente infectados con el virus de BVD, en una explotación de vacuno de leche: resultados preliminares
225 *Immunohistochemistry on skin biopsy samples for detection of BVDV persistently infected animals in a dairy cow herd: preliminary results*
J. González Fernández, M.G. Vilaplana, M. Llorente Santamarta, B. Martínez Fernández, L. Polledo Ruiz, J.F. García Marí

Tratamiento quirúrgico de una fístula en el pezón en una vaca de raza Simmental
226 *Surgical treatment of a teat fistula in a Simmental cow*
L. Macías Niemeier, P. M. Vassiliadis, W. Petzl

Descripción de técnica de toracoscopia en Toro de Lidia (*Bos Taurus*), a propósito de un caso clínico de pericarditis traumática
227 *Description of thoracoscopic technique in Lidia Bull (Bos Taurus), regarding a case of traumatic pericarditis*
S. Santos-López, I. Espinosa Crespo, A. Fernández Novo, N. Pérez-Villalobos, J.A. García García

NUTRICIÓN

***Benchmarking* de los indicadores de bienestar basados en el animal en 73 rebaños de vacuno de leche en estabulación libre del Noroeste de España**
228 *Benchmarking animal-based welfare indicators in 73 free-stall dairy farms in Northwestern Spain*
Y. Trillo, L.A. Quintela, M. Barrio, J.J. Becerra, J. Caínzos, M. Vigo, P.G. Herradón

Estudio comparativo de la calidad del calostro y transferencia de inmunidad pasiva en dos sistemas de producción lechera en Oaxaca, México
229 *Comparative study of colostrum quality and transfer of immunity passive in two milk production systems in Oaxaca, Mexico*
M.E. Durán, G. Fuentes-Mascorro, Z. Chirinos, C.J, Hernández

Diferentes estrategias de suplementación mineral (algas marinas y bolos ruminales) en ganado vacuno de leche en ecológico
230 *Different strategies of mineral supplementation (marine algae and rumen boluses) on organic dairy cattle*
M. López-Alonso, F. Rey-Crespo, I. Orjales, R. Rodríguez-Bermúdez, V. Pereira, M. Miranda

Diferencias raciales en la composición de la leche de las vacas en sistemas ecológicos del norte de España
230 *Differences in milk composition between breeds in organic dairy farms in north of Spain*
R. Rodríguez-Bermúdez, M. Miranda, F. Rey-Crespo, L. Cortés, I. Orjales, M. López Alonso

Resultados de campo de la administración post-parto en vacas lecheras de un suplemento oral con calcio, potasio, levaduras vivas y niacina
231 *Field results of the administration to fresh cows of a drench product with calcium, potassium, live yeast and niacin*
R. García-Lastra, A. Ferro, D. Muysson

Los nitratos y la reproducción animal
232 *Nitrates and animal fertility*
J. Sala Schiewe

REPRODUCCIÓN

Efecto de los partos gemelares en la salud posparto. Relación con el uso de tratamientos hormonales
233 *Effects of twinning on post-partum health. Relation with the use of hormonal treatments*
C. Lázare, E. Plaza, C. González, S. Mompel, M. Miranda, L. E. Fidalgo, L. Rigueira

MASTITIS

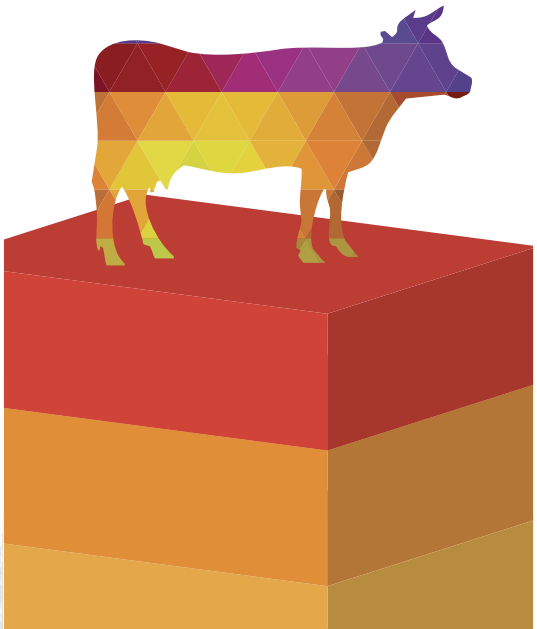
Evaluación de un sellador de pezones a base de Infusión de alfilerillo (*Erodium cicutarium*)
234 *Evaluation and assessment of the antiseptic power of a nipples sealer based on a brad infusion (Erodium cicutarium)*
S.M. Leyton,Y.G. Arias, J.B. Beltramino

XX

CONGRESO INTERNACIONAL ANEMBE DE MEDICINA BOVINA

Burgos 6, 7 y 8 de mayo de 2015

CURRÍCULOS



ANEMBE
ASOCIACIÓN NACIONAL DE ESPECIALISTAS EN MEDICINA BOVINA DE ESPAÑA



Dr. JUAN LUIS ARSUAGA

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

Licenciado y Doctor en Ciencias Biológicas por la Universidad Complutense de Madrid. Director del Centro de Evolución y Comportamiento Humanos (Universidad Complutense de Madrid-Instituto de Salud Carlos III). Catedrático de Paleontología en el Departamento de Paleontología de la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid. Director científico del Museo de la Evolución Humana de Burgos. Doctor *honoris causa* por la Universidad de Burgos y por la Universidad Politécnica de Valencia. Co-director del Equipo de Atapuerca, que fue galardonado con el Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica en 1997. Premio Castilla y León de Ciencias Sociales y Humanidades 1997. Premio Geógrafo Nacional 2002 de la Sociedad Geográfica Española. Premio Ciudad de Alcalá (Ciudad Patrimonio Mundial) 2003. Premio Antonio de Sancha 2008 de la Asociación de Editores de Madrid. Premio COSCE a la Difusión de la Ciencia 2012. Premio de Cultura (Patrimonio Histórico) de la Comunidad de Madrid de 2014.

Autor de numerosos artículos en las más importantes revistas científicas del mundo, tanto de ciencia en general como *Nature, Science*, o *Proceedings of the National Academy of Sciences*, como en revistas específicas del campo de la evolución humana, como *Journal of Human Evolution* y *American Journal of Physical Anthropology*. Ha sido Editor Asociado de la revista *Journal of Human Evolution.*

Autor de los libros "El collar del neandertal", "La especie elegida", "Amalur" (Temas de Hoy), "El enigma de la esfinge" (Areté), "El mundo de Atapuerca" (Plaza y Janés), "Al otro lado de la niebla" (Suma), "Atapuerca y la evolución humana" (Fundación Caixa de Cataluña), "La saga humana" (Edaf), "Mi primer libro de Prehistoria. Cuando el mundo era niño" (Espasa-Calpe), "El reloj de Mr. Darwin" (Temas de Hoy), "Selección inconsciente. La clave para comprender a Darwin" (Arcadia) y "Elemental queridos humanos. Vida y andanzas de un planeta llamado Tierra" (Temas de Hoy), "El primer viaje de nuestra vida" (Temas de Hoy) y "El sello indeleble" (Debate). "La Especie Elegida", "Amalur" y "El collar del Neandertal" han sido traducidos al inglés, y el último a otras muchas lenguas. También autor del libro "Atapuerca, un millón de años de historia" (Plot-Universidad Complutense de Madrid) premiado como el mejor libro de divulgación científica 1998 por la Casa de las Ciencias de La Coruña. Ganador del Premio Sent Soví 2002 de Literatura Gastronómica por el libro "Los aborígenes. La alimentación en la evolución humana", editado por RBA.

Guionista y presentador del documental "La España Prehistórica". Invitado para dar ponencias en congresos científicos internacionales y conferencias en algunas de las más importantes universidades y centros de investigación del mundo.

Miembro de la *National Academy of Sciences* de los Estados Unidos. Miembro del Comité Científico Internacional del Museo de Antropología Prehistórica de Mónaco. Miembro del comité directivo de la Asociación Internacional para el Estudio de la Paleontología Humana. Miembro del consejo científico del Centro Europeo de Investigaciones Prehistóricas de Tautavel. Vicepresidente de la Fundación Atapuerca. Miembro de la Real Academia de Doctores de España y de las Reales Academias de Medicina de Zaragoza y Granada.



Dr. RAÚL A. ALMEIDA

UNIVERSIDAD DE TENNESSEE

Actualmente líder del Grupo de Investigación en Mamitis de la Universidad de Tennessee, Profesor asociado de investigación y Director del Laboratorio de Calidad de la Leche de Tennessee, Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Tennessee.

Licenciado en Veterinaria por la Universidad del Litoral, Argentina 1977. Máster en Microbiología Veterinaria en la Universidad Estatal de Iowa, Ames, IA en 1989, Doctorado en Microbiología Veterinaria por la misma Universidad en 1991.

Desde el 2000 hasta el 2012 fue Profesor Asistente de Investigación, Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Tennessee. Investigador Científico, e Investigador Asociado Post-Doctorado, Departamento de Ciencia Animal en la misma Universidad.

Además, ha sido Investigador Asociado en el Instituto Veterinario de Investigación, Departamento de Microbiología, Universidad Estatal de Iowa; Director de la Unidad de Diagnóstico Veterinario, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria e Investigador Jefe del Laboratorio de Microbiología Veterinaria, Unidad de Diagnóstico Veterinario, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria en la Estación Experimental de Rafaela, Argentina.



Dr. ALBERTO BERNUÉS

CITA, ZARAGOZA

Alberto Bernués Jal (Jaca, Huesca, 1967) obtuvo su doctorado en veterinaria por la Universidad de Zaragoza en 1994. Entre los años 1995 y 1999 realizó un post-doctorado en el Instituto de Ecología y Gestión de Recursos de la Universidad de Edimburgo, financiado por el INIA y la Comisión Europea. Desde el año 1999 trabaja en el Centro de Investigación en Tecnología Agroalimentaria de Aragón, Zaragoza. Durante este periodo, ha trabajado durante tres años en la Universidad Noruega de Ciencias de la Vida (NMBU), dos de los cuales financiado por el programa Marie Curie de la Comisión Europea.
Sus áreas actuales de trabajo incluyen sistemas ganaderos ligados al pastoreo, evaluación integrada de sostenibilidad, valoración de servicios de agro-ecosistemas, sistemas de apoyo a la toma de decisiones, o la percepción de calidad por los consumidores.
Ha sido presidente de la Comisión de Sistemas Ganaderos y miembro del Comité Científico de la Federación Europea de Ciencia Animal (EAAP) desde 2008 a 2014. Es editor de la sección de Sistemas Ganaderos y Medio Ambiente de la revista *ANIMAL International Journal of Animal Bioscience*.



Dr. PEDRO BLANCO MARTÍNEZ

HYPRED

Pedro Blanco (Benavente, 1966), es Ingeniero técnico agrícola en explotaciones agropecuarias, y diplomado en dirección y gestión de empresas. Tras ejercer la docencia y la consultoría, en 1993 se incorpora a HYPRED y desde el año 1999 es director nacional de la división de ganadería. Su actividad se centra en proporcionar soluciones a problemas complejos de higiene y desinfección en granja, en todo el territorio nacional, y en explotaciones de todo tipo de tamaño. Además imparte cursos de formación en colaboración con diversas facultades de veterinaria y escuelas agrarias para técnicos del sector, veterinarios y ganaderos. Ha participado en la redacción de manuales de buenas prácticas con varias centrales lecheras y con la administración, y ha actuado como asesor en certificación y mejora de la calidad de la leche en países como México y Brasil.



JORGE ESEVERRI AZCOITI

Licenciado en 1994 en la Facultad de Veterinaria de Zaragoza. Tras tres años en Nutrimentos Purina, inicié mi actividad profesional en Albaikide en 1999, en donde continuo actualmente desarrollando labores en el campo de la medicina y reproducción tanto en vacuno de carne como de leche.



Dra. LORENA CASTILLEJOS

DIRECTORA TÉCNICA DE SNIBA, UAB

Se licenció en Veterinaria en la Universidad Autónoma de Barcelona en 2001, donde obtuvo el máster y el doctorado en Producción Animal en el Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos de la UAB en 2003 y el doctorado en 2005. Durante 2005trabajó como investigadora en el *Ruminant Research Center* de Nutreco en Holanda. En el 2006, dirige desde Holanda la investigación de la empresa Diamond V en Europa como Directora Técnica, hasta el 2008. Desde entonces, es investigadora y Directora Técnica del Servicio de Nutrición y Bienestar Animal de la UAB.



Dr. JOHN B. COLE

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS (USDA)

Doctor en Ciencia Animal, Lechera y Avícola por la Universidad Estatal de Luisiana. En la actualidad desarrolla su actividad profesional como Genetista de Investigación Animal, Laboratorio de Genómica Animal y Mejora, Servicio de Investigación Agrícola (ARS), del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), Beltsville.
Su actividad investigadora ha estado dirigida al estudio del impacto económico de las enfermedades de producción sobre la rentabilidad del ganado lechero; consideración de los caracteres con valor no productivo en la formulación de índices de selección; mejora genética de la salud y la longevidad en el ganado; estructura de la población, sistemas de apareamiento y conservación genética aplicados al ganado y a los animales de compañía; aplicaciones de los datos genómicos en la evaluación genética; uso de los datos genómicos y la bioinformática para entender la biología de los genes de amplio efecto.
Fue Presidente del Comité del Programa de Cría y Genética para la Reunión Anual de la Junta de la Asociación Americana de Ciencia Lechera en 2012. Consta de un extenso currículo investigador con varios proyectos financiados en la actualidad, numerosas invitaciones a congresos nacionales e internacionales, así como una gran cantidad de publicaciones científicas en las revistas de más impacto.



Dr. ROBERT B. CORBETT

CONSULTOR EN UTAH

Licenciado por la Universidad Estatal de Washington en 1974 y Doctor por la Universidad Estatal de Washington en 1978**.** Con más de 100 horas de media de educación continua por año, con especial énfasis sobre la función y análisis del equipo lechero, evaluación informática de los registros sanitarios de producción lechera, prevención y control de mamitis, salud del rebaño reproductivo, manejo de las terneras y de la nutrición, fue, desde 1985, consultor para *IBA Inc*., que está implicada en el comercio y distribución nacional de índices lecheros utilizados para mejorar la salud general del rebaño del ganado lechero y desde 1994 trabaja por cuenta propia en una clínica de medicina de producción lechera situada en Spring City, Utah. Actualmente, gestiona alrededor de 60.000 animales en un programa de nutrición con su clínica. Su labor de consultoría en medicina de producción incluye trabajos en Estados Unidos, México, Colombia, Ecuador, Perú, Chile, Costa Rica, Brasil, Australia y China. Su práctica también implica programas de control de mamitis, salud del rebaño reproductivo, manejo de la recría y análisis informático de los registros sanitarios y productivos. Desde el 2001 es consultor de *Church & Dwight*, División de Nutrición Animal y Alimentos y ese mismo año se convierte en Técnico de Equipos Lecheros Certificados según el Formulario de Evaluación del Equipo de Ordeño del Estado de Nueva York.
En la actualidad es también consultor para *Prince Agri Products* y *Phibro Salud Animal*, *LeSaffre* Nutrición Animal y consultor y miembro del Consejo Asesor de *Novus International*.



Dr. ALEXANDER C.O. EVANS

UNIVERSIDAD DE DUBLIN

El profesor Evans es Decano de Agricultura y Director de la Facultad de Agricultura y Ciencias de los Alimentos en la Universidad de Dublín, Irlanda. Es licenciado en Ciencia Animal (Universidad de Nottingham, Reino Unido), Doctor (*PhD*) en Veterinaria por la Universidad de Saskatchewan y Doctor en Ciencias por la Universidad Nacional de Irlanda. Ha llevado a cabo investigaciones en una amplia variedad de temas, centrándose en la reproducción, con un énfasis especial en el establecimiento de la gestación en el bovino y ovino. El profesor Evans ha accedido a importantes fondos de investigación, incluyendo aquéllos para mantener el Grupo de Investigación de Biología Reproductiva, grupo de científicos de ideas afines que investigan los factores que influyen en el establecimiento de la gestación en el bovino. Ha supervisado a más de 30 estudiantes de postgrado, ha publicado más de 130 artículos en SCI y es el Co-Editor-Jefe de la revista internacional *Animal Reproduction Science*.



Dr. ARTURO GÓMEZ

ZINPRO ANIMAL NUTRITION, EE.UU.

Arturo Gómez finalizó la Licenciatura en Veterinaria en la Universidad de Compostela en el año 2000. Durante 8 años se dedica a la práctica clínica veterinaria trabajando con granjas en Galicia y Portugal, con especial énfasis en los programas de manejo de rebaño. En 2008 entra en el programa de residencia en Medicina de la Producción de la Universidad de Wisconsin-Madison (USA) bajo la dirección de Dr. Nigel Cook y Dr. Ken Nordlund en donde participa en proyectos de investigación sobre ventilación de terneros, vacas en transición y comportamiento. En 2011 finaliza un Máster en Investigaciones Clínicas con el *Institute for Clinical and Translational Research* de la misma universidad. En 2014 completa el Doctorado en Epidemiologia y Salud Pública en la *School of Medicine and Public Health* en combinación con la *School of Veterinary Medicine* bajo la dirección de Dr. Dorte Dopfer. El área de interés principal durante los estudios de postgrado se concentra en problemas podales y estudio de comportamiento en vacuno lechero, específicamente dermatitis digital bovina. En 2015 entra a formar parte del grupo técnico y de investigación de *Zinpro Animal Nutrition* con responsabilidad para Europa, Medio Oriente y África en el área de rumiantes.



Dr. HUGUES GUYOT

UNIVERSIDAD DE LIEJA

Hugues Guyot (Bélgica, 1976) es licenciado en Veterinaria, año 2000 (Universidad de Lieja, ULg, Bélgica), habiendo trabajando en clínica en Francia (ganado lechero) y Bélgica (ganado de carne). Máster en Ciencias Veterinarias en el 2002 en la ULg (Gestión Sanitaria del Rebaño), Doctor en Ciencias Veterinarias en 2007 (ULg), ayudante clínico y residente del Colegio Europeo de Medicina Bovina (ECBHM; 2003-2008) en la Clínica para Rumiantes (ULg), Prácticas externas realizadas en diversos lugares de Europa (Alemania, Suiza, Irlanda, Bélgica, Francia) Canadá y Estados Unidos; Diplomado por examen del ECBHM desde 2008; profesor auxiliar en la Clínica para Rumiantes (ULg, 2008); profesor adjunto desde 2012 del área de "Gestión Sanitaria del Ganado" (ULg) y fundador de la Clínica Ambulatoria Bovina en Lieja, Bélgica (ULg, 2010; http://www.cvu.ulg.ac.be/cms/c_458850/fr/clinique-ambulatoire); miembro del Comité de Educación & Residencias del ECBHM (2009-2013); miembro Ordinario de la Junta del ECBHM (2014-2016).

Hace gala de una larga e intensa actividad profesional, tanto en medicina individual, como en la gestión sanitaria del rebaño además de experiencia en investigación sobre deficiencias y suplemento de los elementos traza, pruebas diagnósticas a pie de vaca, enfermedades emergentes en Bélgica (lengua azul, ehrlichiosis), así como perfiles metabólicos en vacas lecheras.

Dra. IRIS KOLKMAN

CLÍNICA VETERINARIA A7 NOORD DIERENARTSEN, HOLANDA

Iris Kolkman estudió Veterinaria entre 1998 y 2001 en la Universidad de Amberes (RUCA) en Bélgica. Después hizo un Máster en Veterinaria en la Universidad de Gante (UGent). El tema de su tesina de máster fue la Inmunidad contra los endoparásitos en rumiantes. En 2004, empezó una Beca en el Colegio Europeo de Manejo de la Salud Bovina en la Clínica Ambulatoria, Departamento de Reproducción, Obstetricia y Salud del Rebaño, Facultad de Veterinaria de la Universidad de Gante. Entre 2005 y 2008, fue residente en el Colegio Europeo de Medicina de la Producción Bovina (ECBHM) en Gante. A la vez, trabajaba a tiempo parcial en el Departamento de Agrobiotecnología en *KaHo Sint Lieven*, Sint Niklaaas, Bélgica, donde supervisaba un proyecto destinado a "Exploración de la capacidad de parto natural de las vacas de raza Azul Belga (AB)". En 2009, fue Diplomada por examen en el ECBHM. Defendió su Doctorado en Veterinaria sobre "Problemas de parto y capacidades de parto en la raza fenotípicamente de doble grupa Azul Belga" en enero de 2010. Ha hecho numerosas presentaciones en congresos y conferencias internacionales y ha participado en varias publicaciones SCI. Hasta 2012 permaneció en el departamento de la Universidad de Gante trabajando en clínica ambulante, visitas a rebaños con problemas sanitarios y en 2012, decide cambiarse a la clínica veterinaria de diversas especies en la zona norte de Holanda. Junto a otros 5 veterinarios de grandes animales, atiende a 200 productores de leche. Además de la clínica diaria, trabaja en gestión de clínica, el desarrollo de la sanidad del rebaño y en relaciones públicas.



Dr. XAVIER MANTECA

DEPARTAMENTO DE CIENCIA ANIMAL Y DE LOS ALIMENTOS (UAB)

Xavier Manteca se licenció en Veterinaria por la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB) en 1987 y realizó estudios de postgrado en comportamiento animal aplicado y bienestar animal en la Universidad de Edimburgo (Escocia). Doctorado en Veterinaria por la UAB en 1992. Actualmente, es catedrático del Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos de la UAB y enseña etología y bienestar animal en la Facultad de Veterinaria de dicha universidad. Consta de un amplio currículo investigador, con publicaciones en revistas SCI y numerosas participaciones en congresos nacionales e internacionales.



Prof. Dr. VOLKER MOENNIG

UNIVERSIDAD VETERINARIA DE HANNOVER

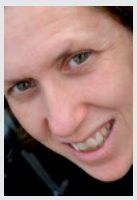
El Prof. Dr. Volker Moennig es profesor emérito de la facultad de medicina veterinaria de Hannover (Alemania). Se graduó en veterinaria en 1970 por la citada universidad, y desarrolló su formación postdoctoral en virología en centros de investigación de prestigio como el Max-Planck en *Tübingen* o el Departamento de Microbiología Veterinaria y Medicina Preventiva de la Universidad de Iowa, Ames (Iowa; EEUU). A lo largo de su dilatada carrera científica el Dr. Moennig ha presidido el Instituto Federal Alemán de Investigación en Enfermedades Víricas de los animales (conocido en la actualidad como *FLI-Friedrich-Loeffler Institute*), y el Instituto de Virología de Hannover. También ha sido Rector de la Escuela de Medicina Veterinaria de Hannover, Presidente de la Asociación Alemana de Medicina Veterinaria, y miembro de la Junta Directiva de la Cámara Federal Alemana de Veterinarios.



D. JOSU PAYÁS

ABEREKIM

Josu Payás Arberas (Bilbao 1961) es licenciado en Veterinaria por la Facultad de la Universidad de Zaragoza (1979/84) y obtuvo el *Master of Science in Animal Production* por la *University of Aberdeen* (Escocia, Reino Unido) en 1987-88 y Máster en Gestión de Empresas por la Universidad del País Vasco (en1992-93).
Ha trabajado además como veterinario el Servicio Vasco de Salud y como veterinario clínico en la Cooperativa GUVAC (Carranza, Vizcaya). En 1989 entró como veterinario en el centro de inseminación ABEREKIN S.A. con más de veinte años de experiencia en la coordinación de la mejora genética de las razas de carne en el País Vasco, principalmente razas pirenaica, limusina y rubia de Aquitania. Desde 2003 está homologado como calificador por el *Institut de l'Elevage* francés y con la licencia para las razas limousine, rubia de Aquitania y Salers.



MARIA LARA DEL RÍO FERNÁNDEZ

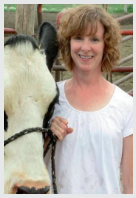
Es licenciada en veterinaria, y tiene una dilatada experiencia profesional dentro de la administración donde ha desarrollado numerosas funciones siempre relacionadas con el sector agroalimentario. Entre otras ocupaciones relacionadas con el sector lácteo, ha sido Jefa de Sección en el MAGRAMA (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino), Técnico de Red de Alerta Sanitaria y Veterinaria del MAGRAMA y Jefa de Servicio de Primas Ganaderas en el FEGA (Fondo Español de Garantía Agraria). Actualmente es Jefa de Servicio de Desarrollo en Sector Lácteo en el MAGRAMA, implicada en el desarrollo de la normativa básica del sector lácteo y la revisión de la normativa comunitaria, en particular relacionada con las medidas de mercado recogidas en la OCM única que afectan al sector lácteo. Colabora asimismo como experta en la evaluación técnica y científica de proyectos de cooperación entre empresas y centros públicos de investigación.



Dr. CARLOS RISCO

UNIVERSIDAD DE FLORIDA

Carlos Risco se doctoró en Veterinaria en 1980 en la Universidad de Florida y continuó su formación clínica como interno en prácticas en explotaciones lecheras comerciales en *Chino Valley Veterinary Associates*, Ontario, California. Es Diplomado en el Colegio Americano de *Theriogenology*. Entre 1982 y 1990, fue socio de pleno derecho de Chino Valley, donde ofrecía servicios veterinarios a 32 explotaciones lecheras. En 1990, se incorporó como profesor asistente a la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Florida, donde ahora es catedrático y jefe del Departamento de Ciencias Clínicas de Grandes Animales. El Dr. Risco es autor o coautor de 85 artículos científicos originales en SCI, 17 artículos de revisión, 18 capítulos de libros y ha editado un libro sobre medicina de la producción de ganado lechero. Ha dado más de 100 conferencias a nivel internacional y es un ponente habitual en los encuentros nacionales de veterinarios.
El trabajo clínico del Dr. Risco en medicina de la producción y reproducción de ganado lechero incluye programas de salud del rebaño, evaluación del rendimiento reproductivo y medicina de animales individuales.
Su principal línea de investigación se centra en los problemas relacionados con el parto y la gestión reproductiva de las vacas lecheras. Además, ha trabajado en el efecto toxicológico del gosipol en los alimentos con semillas de algodón en los terneros pre-rumiantes y vacas lecheras en lactación. Ha recibido el premio *Large Animal Clinician of the year* 1992 y 1994; y, en 1996, recibió el premio *Daniels Pharmaceutical Young Clinical Investigator* del claustro de la Univerdidad de Florida. Recibió una Beca Fulbright en 2004 y, en 2005 el *Carl Norden Distinguished Teacher and Alumni Awards* de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Florida. Asimismo, en 2005, recibió el *University of Florida Blue Key* por su distinción en la enseñanza y la investigación. En 2007, recibió el premio al profesor del año en Medicina de Grandes Animales. En 2011, editó el libro *Dairy Production Medicine* junto al Dr. Pedro Meléndez, publicado por Wiley – Blackwell. Actualmente trabaja como Jefe del Departamento de Ciencias Clínicas de Grandes Animales en la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Florida.



Dra. SARAH WAGNER

UNIVERSIDAD DE DAKOTA DEL NORTE

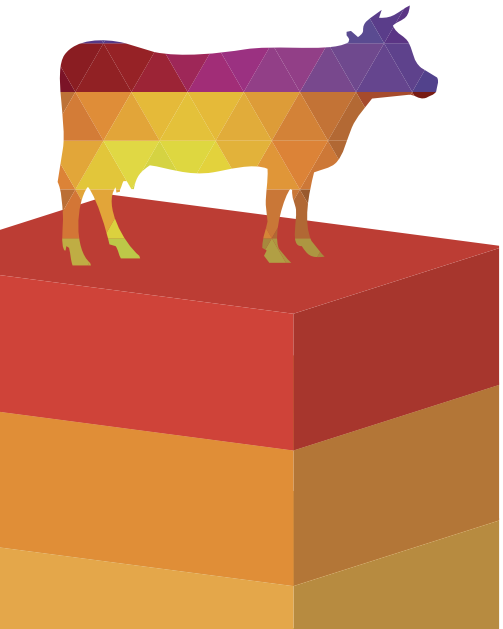
Desde 2004 trabaja como profesora asociada en el Departamento de Ciencia Animal, en la Universidad Estatal de Dakota del Norte. Es Doctora en Fisiología (Farmacología), por la Universidad Estatal de Iowa, Doctora en Veterinaria por la Universidad Estatal de Michigan y licenciada en Humanidades (Inglés) en la *Barnard College*, Universidad de Columbia, Nueva York. De 1999 hasta el 2004 fue Instructora Adjunta/Veterinaria de Servicios de Campo/Veterinaria Interina en la Universidad Estatal de Iowa. Entre 1994 y 1999 trabajó como Veterinaria Clínica de Diversas Especies en el Hospital Veterinario de Bedford, Virginia.
Es y ha sido docente en distintos programas de formación universitarios como VETS 357 en Farmacología Veterinaria; VETS 491 en Farmacología Veterinaria (Farmacia); VETS 482 en Técnicas con Grandes Animales; ANSC 488 en Industria Lechera y Sistemas de Producción. Además es Profesora Invitada Regular de ANSC 114 en Introducción a la Ciencia Animal, ANSC 330 en Comportamiento de los Animales Domésticos, BIOC 720 en Integridad Científica y VETS 491 y VTNE en Examen de Licenciatura con Cursos de Repaso.

XX

CONGRESO INTERNACIONAL ANEMBE DE MEDICINA BOVINA

Burgos 6, 7 y 8 de mayo de 2015

LIBRO DE PONENCIAS, COMUNICACIONES ORALES Y PÓSTER



ANEMBE
ASOCIACIÓN NACIONAL DE ESPECIALISTAS EN MEDICINA BOVINA DE ESPAÑA

PONENCIAS

MEDICINA Y CIRUGÍA

PAUTAS PARA EL CONTROL DE LA DERMATITIS DIGITAL

Dr. Arturo Gómez
Vet, MSc, PhD
Zinpro Animal Nutrition

Alrededor del mundo, incluso en explotaciones lecheras con buen manejo, es común encontrar animales afectados con dermatitis digital (DD). Esta enfermedad podal es altamente contagiosa, caracterizándose por la presencia de úlceras que se asocian frecuentemente con cojeras. Las prácticas comunes para el control de DD se han limitado tradicionalmente al uso de baños de pies y a la aplicación de tratamientos tópicos de las lesiones más severas, aunque guías claras para el manejo no han sido establecidas. La prevalencia real es seguramente subestimada debido a que la mayoría de las lesiones pasan desapercibidas y a que muchos de los ganaderos han asumido el carácter endémico y crónico de la enfermedad en sus explotaciones. Para muchos productores sería una sorpresa aprender que la enfermedad se puede controlar efectivamente hasta niveles "manejables" en los que el impacto de la enfermedad en el beneficio de la explotación es mínimo. Sin embargo, para alcanzar un control exitoso de DD es necesario un abordaje ligeramente más sofisticado que el tradicional. Este artículo describe los elementos de manejo disponibles para un control y prevención efectivo de DD.

El primer paso para controlar DD es entender la epidemiologia y la etiopatogenia de la enfermedad. La dermatitis digital es una enfermedad multifactorial, con un componente bacteriano importante, en el que especies de *Treponema* han sido caracterizadas como las principales responsables de la infección. Una característica relevante de *Treponema* spp. es su capacidad de presentar formas activas y enquistadas, determinando aspectos de la epidemiologia de la enfermedad. La reciente descripción de las formas quísticas de *Treponema* spp. explica en parte las tasas tan altas de recidiva observadas en el campo y justifica el cambio de estrategia en el manejo de la enfermedad (figura 1).

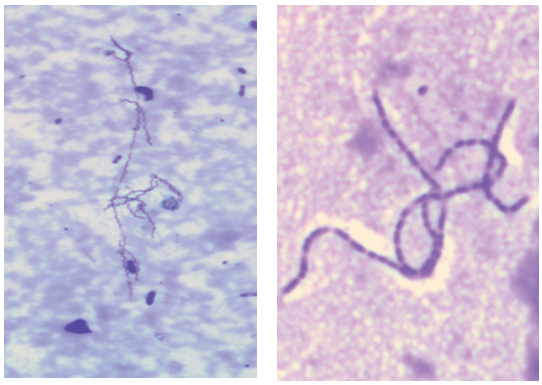


Figura 1. Estados activos (a) y enquistados (b) de *Treponema* spp

Una característica adicional de la enfermedad es su capacidad para cambiar la conformación del pie incluso antes de que los animales demuestren algún tipo de cojera. Específicamente, la presencia de DD, incluso con lesiones de pequeño diámetro, aumenta la altura del talón, el ángulo de la pared dorsal respecto a la suela, la profundidad del espacio interdigital y aumenta la presencia de los estados más severos de erosión de los talones.

Una vez que la enfermedad se ha establecido, DD puede llegar a persistir durante toda la vida del animal sobre todo si no existe un tratamiento temprano de las lesiones. Es por tanto muy importante minimizar el número de nuevas infecciones y por supuesto la duración de los casos activos. A continuación se describen las herramientas ya disponibles para el ganadero para alcanzar este objetivo.

Diagnóstico preciso de la enfermedad

Tradicionalmente, el diagnóstico se ha limitado a una identificación trivial de la enfermedad, "SI" o "NO", basado en la presencia de alguna lesión compatible. Debido a la importancia de la epidemiología y el manejo de los casos crónicos de la enfermedad, un sistema más sofisticado de identificación se ha aceptado internacionalmente. Se han descrito cinco estados indicando el curso natural de las lesiones. A partir de una piel sana (M0), la enfermedad se presenta en su estado inicial con la presencia de lesiones no dolorosas y con un diámetro menor a 2 cm (M1). Cuando la enfermedad progresa a su estado activo (M2) es cuando las lesiones muestran su aspecto característico, con presencia de dolor y en su mayoría con un diámetro mayor a 2 cm. Después del tratamiento tópico, un estado transitorio de 8 días aprox. (M3) se caracteriza por un aspecto oscurecido de la superficie de la lesión y en ocasiones con descamación del área de la lesión. Durante el estado M3, las lesiones no son dolorosas y evolucionan rápidamente a un estado crónico (M4) o a la completa recuperación de la piel afectada. Las lesiones M4 se identifican gracias a un engrosamiento variable de la piel (hiperqueratosis o proliferación) en la que la huella de la lesión activa previa puede ser observada. En muchas ocasiones, estas lesiones M4 se reactivan volviendo a un estado M2. En estos casos, y antes de alcanzar el estado ulcerativo activo, pequeñas lesiones tipo M1 pueden observarse en el tejido crónico de la antigua lesión (M4.1; figura 2).

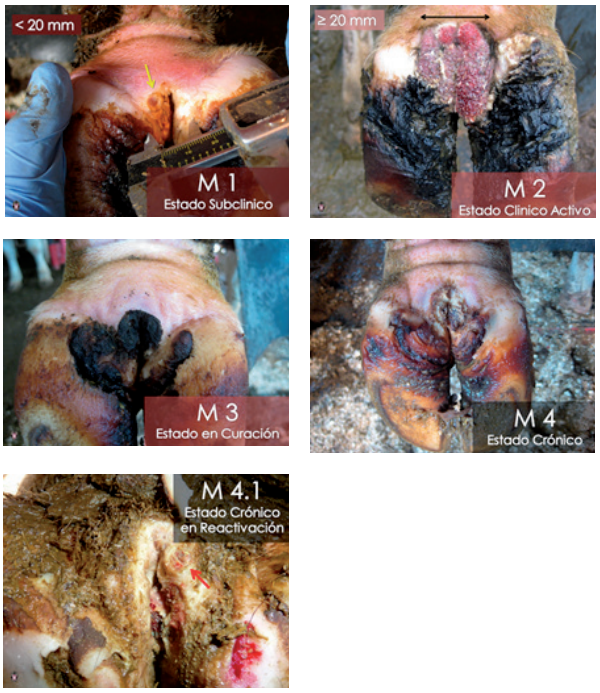


Figura 2. Clasificación en cinco estados de dermatitis digital

Pediluvios

El diseño del baño de pies es fundamental para maximizar la aplicación de soluciones desinfectantes, disminuir la cantidad de agua usada y minimizar la cantidad de productos químicos, que acaban suponiendo una inversión importante y son finalmente vertidos al medioambiente. El pediluvio ideal que maximiza la aplicación de solución desinfectante para un volumen constante de agua, es de 3-3.7 metros de largo, 0,5-0,7 metros de ancho, con 25-28 cm de altura en la entrada y una profundidad de solución desinfectante de 10 cm. Con estas dimensiones, laterales sólidos e inclinados aprox. 70° son necesarios para garantizar el confort al paso de los animales y disminuir el desperdicio de solución desinfectante (figura 3).

El objetivo principal del baño de pies es el control de las nuevas infecciones y evitar la recidiva de lesiones crónicas, evitando la progresión a lesiones activas. En ningún caso el baño de pies es un substituto del tratamiento tópico individual de lesiones activas.

La frecuencia apropiada del pediluvio debería ser determinada de forma individualizada, dependiendo de la tasa de nuevas infecciones y del nivel de higiene de cada explotación.

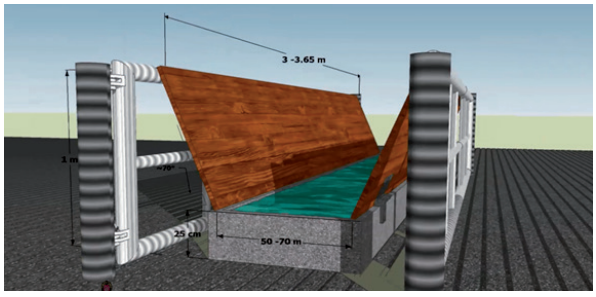


Figura 3. Baño de pies aconsejado para maximizar la aplicación de solución desinfectante

Estado de infección

La evaluación de la prevalencia de DD es el primer paso para cuantificar la extensión del problema. Los tratamientos tópicos individuales deberían ser basados en la vigilancia activa y periódica de todos los animales, incluso antes de que los animales muestren síntomas de cojera. Los resultados del diagnóstico periódico en la sala de ordeño, en el potro de recorte o en los parquees puede ser usado para acomodar el manejo de la enfermedad (ej: adecuar la frecuencia de los baños de pies) y para identificar los casos clínicos que necesitan tratamiento tópico temprano.

Recría y vacas adultas

El período de recría es crucial en la epidemiología de DD. Tanto es así, que el éxito de los programas de prevención de la enfermedad dependen de la calidad de los programas de prevención en la recría**.** Un estudio reciente que realizamos en la en la Universidad de Wisconsin, EE.UU., muestra que las novillas diagnosticadas con DD durante el período de recría tienen un riesgo 13 veces mayor de sufrir un caso de DD durante la subsecuente primera lactación (Figura 4). Además, los animales afectados durante la recría dejaron de producir, en este estudio, una media de más de 300 litros de leche y presentaron 25 días abiertos en exceso cuando fueron comparados con animales sin lesiones de DD durante la recría.

En vacas adultas, la identificación de grupos de alto riesgo puede hacerse de forma sencilla evaluando la prevalencia de la enfermedad por días en leche o por lactación. Con el objetivo de optimizar los recursos disponibles y aumentar la eficiencia de los programas de control de DD el registro de eventos es por tanto una pieza importante.

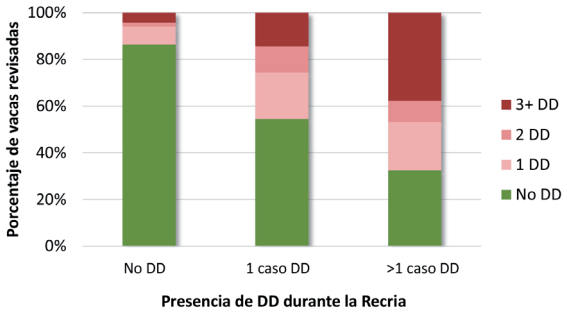


Figura 4. Número de casos de dermatitis digital diagnosticados durante la primera lactación dependiendo de la presencia de dermatitis digital durante el periodo de recría

Higiene

Tradicionalmente, la DD ha sido asociada con mala higiene y la correlación entre ambientes sucios y prevalencias altas de la enfermedad es comúnmente aceptada. Sin embargo, incluso en ambientes relativamente bien cuidados, la identificación de puntos críticos para la transmisión de la enfermedad deberían realizarse. La transmisión de la enfermedad puede ocurrir en relativamente cortos periodos de tiempo y por tanto, un contagio continuado no es necesario. Algunos ejemplos de puntos críticos podrían ser: pediluvios sucios en periodos en los que no se está usando con solución desinfectante, animales temporalmente confinados a espacios pequeños mientras se realizan operaciones de limpieza o la exposición a zonas húmedas alrededor de bebederos.

Recorte funcional y terapéutico

Un recorte podal adecuado puede ayudar en la prevención y el tratamiento de infecciones por DD, facilitando además una inspección adecuada del casco y de la piel. Ejemplos específicos de medidas de cuidado podal son el recorte de la erosión de los talones, un recorte pronunciado del espacio axial del dedo lateral en pezuñas traseras o el tratamiento tópico de lesiones activas

de DD en la piel o el casco ("enfermedad de necrosis del dedo").

La inclusión de la recría y vacas secas en los programas rutinarios de recorte-examen podal debería ser considerado como complemento a los programas realizados en vacas adultas.

Tratamiento tópico temprano

La colonización bacteriana de capas profundas de la epidermis puede ser observada incluso en estadios tempranos de la enfermedad. Además, la proliferación patológica de piel puede ser observada como reacción por parte del animal a la enfermedad. Estos dos factores hacen que el éxito del tratamiento de lesiones de DD sea bajo, sobre todo si el tratamiento se retrasa. Las consecuencias de un tratamiento tardío incluyen la presencia de hiperqueratosis en las lesiones, aumento de casos crónicos, mayores posibilidades de transmisión de la enfermedad y, de forma relevante, el aumento de recidivas. Solamente programas que incluyen el diagnóstico, vigilancia activa y tratamiento precoz de la enfermedad (independientemente de la presencia de cojeras) pueden ser exitosos a largo plazo. Como objetivo práctico en granja, es aconsejable establecer que un 0% de los casos de DD tratados por primera vez deberían presentar presencia de proliferación de piel. Esta información acerca de la presencia o no de proliferación de piel puede además usarse para adecuar la frecuencia de revisión y vigilancia de todos los animales.

El objetivo del tratamiento temprano es reducir la duración del periodo en el que los animales transmiten la infección e incrementar las tasas de curación. La única solución para reducir el número de lesiones activas es el tratamiento tópico (y no el baño de pies). El seguimiento de casos clínicos complicados (proliferativos) en una o dos semanas tras el tratamiento debería es aconsejado ya que un porcentaje de casos todavía presenta alguna actividad tras el primer tratamiento. Aunque el tratamiento con oxitetraciclina ha sido utilizado con éxito en muchas partes del mundo, la decisión sobre productos de tratamiento debería ser tomada en conjunto por el ganadero, el veterinario y el podólogo de la explotación.

Registro de datos

El uso de programas de registro de datos en granja está cada vez más extendido. Estos programas permiten, en muchos casos, el registro de eventos relacionados con la salud de los animales pero también la predicción y organización de trabajos futuros como por ejemplo la predicción del número de partos, movimiento de animales entre parquees, etc. Esta información podría ser usada para determinar periodos de alto riesgo, permitiendo adecuar la intensidad de los programas de control (ej. aumento de la frecuencia de baños de pies en periodos en los que se registren mayor número de partos o incrementos en la densidad de animales).

Calidad y protección de la piel

La DD se desarrolla como resultado de varios factores, entre ellos un debilitamiento de la barrera de la piel a partir de un trauma físico o químico. Cualquier intervención que mantenga la integridad de la piel o mejore la respuesta inmunitaria a infecciones podría ser usada en la prevención de nuevos casos de la enfermedad. Una forma de proporcionar resistencia a enfermedades y mejorar el estado de la piel es la suplementación en la dieta con minerales traza ya que han mostrado tradicionalmente estar implicados en procesos de modulación inmunitaria y en procesos de regeneración de la piel.

La investigación publicada en nuestro departamento ha mostrado cómo la suplementación de la recría con una mezcla específica de minerales traza orgánicos ha ayudado a la prevención de nuevos casos de DD en un 50%. Este tipo de intervenciones favorece el objetivo final que es la reducción del número de pediluvios y tratamientos tópicos, manteniendo una reducción final de la prevalencia de la enfermedad.

Con un programa intensivo de control de la dermatitis digital se puede alcanzar un nivel mínimo de prevalencia a corto plazo y asociado con un programa integral de prevención que incluya, tanto la recría como las vacas adultas, incluso ¡erradicar la enfermedad de la explotación!

Bibliografia disponible en agomez@zinpro.com

ASPECTOS DE MANEJO RELACIONADOS CON LA SALUD PODAL EN VACAS DE LECHE

Dr. Xavier Manteca
Facultad de Veterinaria
Universidad Autónoma de Barcelona
08193 Bellaterra (Barcelona)

Las cojeras son una de las patologías más importantes de las vacas de leche, tanto desde el punto de vista económico como por sus efectos sobre el bienestar de los animales. La mayoría de las cojeras se deben a problemas podales y según su etiología se dividen tradicionalmente en tres grupos: metabólicas –entre las cuales se incluye la laminitis o inflamación del tejido sensitivo de la pezuña-, traumáticas e infecciosas. En cualquier caso, es importante tener en cuenta que las cojeras de las vacas de leche son un problema multifactorial.

La incidencia de cojeras varía según los estudios, pero suele ser alta. Así, por ejemplo, varios estudios realizados en el Reino Unido y en los Estados Unidos han encontrado una incidencia anual de entre el 25 y el 55%. Según parece, una fuente importante de variabilidad es la metodología utilizada en los diferentes trabajos. Así, cuando se tienen en cuenta los registros de las granjas –y, por lo tanto, la impresión del ganadero-, la incidencia es más baja que cuando se observa a los animales expresamente para determinar la incidencia de cojeras. Esto indica que habitualmente los ganaderos subestiman la incidencia de cojeras en la explotación. Las cojeras son actualmente un problema más frecuente que hace algunas décadas, seguramente debido a cambios tanto en la genética de los animales como en los sistemas de manejo, alojamiento y alimentación.

El principal problema de bienestar asociado a las cojeras es el dolor, que puede ser muy intenso. Además, la duración media de un episodio de cojera se ha estimado en 2-3 meses, lo que supone que la vaca experimenta dolor durante un período de tiempo relativamente prolongado. Hay varios estudios que indican que las cojeras causan hiperalgesia, es decir, aumentan la sensibilidad del animal a otros estímulos dolorosos.

Desde el punto de vista económico, las cojeras resultan en una disminución de la producción de leche que se debe principalmente a la reducción en el consumo de materia seca, causada tanto por el dolor como por la reducción de la movilidad del animal. Un segundo problema es que las cojeras reducen la fertilidad, debido en parte a la pérdida de condición corporal de la vaca. La disminución de la producción, el descenso de la fertilidad y el aumento del riesgo de mamitis dan lugar a una disminución de la vida útil de la vaca, aumentando por lo tanto, la tasa de reposición del rebaño.

Los principales factores de manejo que aumentan el riesgo de cojeras y que, por lo tanto, deben tenerse en cuenta en los *programas de prevención*, son los siguientes:

Reducción del tiempo de descanso de la vaca

Aunque existe bastante diversidad en cuanto a recomendaciones, muchos autores están de acuerdo en que las vacas deberían estar echadas como mínimo entre 11 y 14 horas al día para optimizar su bienestar y su producción de leche.

Algunos de los principales factores que reducen el tiempo de descanso de las vacas son instalaciones inadecuadas, estrés por calor (ver más adelante) y mastitis.

Resulta interesante disponer de criterios que nos permitan evaluar si las vacas permanecen echadas un período de tiempo suficiente cada día. El protocolo de valoración del bienestar Welfare Quality® incluye varios indicadores que proporcionan esta información En el caso de las explotaciones con cubículos, la conducta de reposo de las vacas se valora mediante 3 indicadores:

Porcentaje de animales echados total o parcialmente fuera de los cubículos

Este porcentaje se obtiene dividiendo el número de vacas echadas fuera de los cubículos o con una parte de su cuerpo fuera del cubículo (excluyendo la cola) por el número de vacas echadas en cualquier parte del parque en el momento de la observación, y multiplicando por 100. La observación debe realizarse en cada parque y, si es posible, varias veces al día (3-4 veces). Si el promedio de las observaciones en un determinado parque supera el 5%, entonces hay un problema grave con la aceptación de los cubículos por parte de las vacas en dicho parque; si el porcentaje está entre el 3 y el 5%, el problema es moderado. Un porcentaje inferior al 3% indica que no hay ningún problema.

Tiempo promedio que las vacas necesitan para echarse

Debe observarse un total de 25 vacas por parque cuando se echan en los cubículos y registrar el tiempo que tardan en echarse desde que comienzan a flexionar una pata delantera hasta que están completamente echadas y quietas. No se consideran las vacas que se echan fuera de los cubículos. Si el promedio de tiempo de las vacas observadas en un parque supera los 6,30 segundos, entonces hay un problema grave con la comodidad de los cubículos de dicho parque; si el tiempo está entre los 5,20 y los 6,30 segundos, el problema es moderado. Si es inferior a los 5,20 segundos, no hay ningún problema.

Número de animales que se golpean con las estructuras metálicas de los cubículos al echarse

Debe observarse un total de 25 vacas por parque cuando se echan en los cubículos y obtener el porcentaje de vacas que se golpean con el cubículo al echarse. Si el porcentaje de vacas que se golpean en un determinado parque supera el 30%, entonces hay un problema grave con la comodidad de los cubículos de dicho parque; si el porcentaje está entre el 20 y el 30%, el problema es moderado. Si es inferior al 20%, no hay ningún problema.

Manejo brusco de los animales

El manejo brusco de las vacas hace que éstas se muevan demasiado deprisa y aumente el riesgo de lesiones en las pezuñas, especialmente si las características del suelo no son las adecuadas. Una vez más, resulta interesante disponer de criterios que nos permitan evaluar si el manejo de los animales en una determinada explotación resulta adecuado. El protocolo de

valoración del bienestar Welfare Quality® incluye un indicador, la denominada distancia de huída, que proporciona esta información y que puede aplicarse fácilmente en las explotaciones. Si el número de vacas por parque está entre 100 y 150, deben observarse unas 50-60 vacas por parque. Las observaciones debe realizarlas una persona que no interaccione habitualmente con las vacas y se realizan cuando las vacas están comiendo. La persona que realiza las observaciones debe situarse a unos 2 metros de distancia del morro de la vaca a observar y avanzar lentamente hacia ella con el brazo formando un ángulo de 45° con el suelo y la palma de la mano hacia abajo; no debe mirarse directamente a los ojos de la vaca. Debe registrarse la distancia entre la punta de los dedos de la mano y el hocico de la vaca cuando ésta hace el primer movimiento de huída. Idealmente, el promedio de dicha distancia debería ser inferior a los 50 cm (en algunas explotaciones en las que la relación humano-animal es muy buena, la mayoría de las vacas dejan tocarse).

Suelo duro, resbaladizo o húmedo

Los suelos duros, resbaladizos o húmedos aumentan el riesgo de cojeras. Es importante tener en cuenta que el estuche córneo de la pezuña es una estructura muy higroscópica, de modo que la humedad impregna la queratina del casco y la reblandece, disminuyendo su resistencia y aumentando el riesgo de lesiones.

Densidad excesiva de animales

Además de disminuir el tiempo de reposo, una densidad excesiva de animales causa un aumento de las interacciones agresivas. Las interacciones agresivas aumentan el riesgo de lesiones en las patas, sobre todo en las vacas subordinadas que se ven obligadas a realizar movimientos bruscos para apartarse de las dominantes o que intentan "refugiarse" permaneciendo de pie con las patas delanteras en el cubículo y las traseras en el pasillo, lo que aumenta la presión sobre estas últimas.

Estrés por calor

Cambios frecuentes en la composición del grupo o diseño inadecuado de los pasillos

Cuidado inadecuado de las pezuñas

Cambios bruscos en la alimentación o dieta desequilibrada

En resumen, las cojeras de las vacas de leche son un problema multifactorial con consecuencias muy graves sobre la producción y el bienestar. En este sentido, constituyen un ejemplo de la estrecha relación que existe entre el bienestar de los animales y el rendimiento económico de la explotación.

Referencias

EFSA (2009) Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare on a request from the Commission on the risk assessment of the impact of housing, nutrition and feeding, management and genetic selection on leg and locomotion problems in dairy cows. *The EFSA Journal* 1142: 1-57.

Green L E, Hedges V J, Schukken Y H, Blowey R W and Packington A J (2003) The impact of clinical lameness on the milk yield of dairy cows *Journal of Dairy Science* 85: 2250-2256.

Telezhenko E and Bergsten C (2005) Influence of floor type on the locomotion of dairy cows *Applied Animal Behaviour Science* 93: 183-197.

LA CESÁREA EN EL GANADO: UN DEBATE ABIERTO ENTRE ESPECIALISTAS
THE CESAREAN SECTION IN CATTLE: AN OPEN DEBATE AMONG SPECIALISTS

Dra. Iris Kolkman[1], José Antonio Pico[2], Jorge Eseverri[3] y Dr. Carlos Risco[4]
1 DVM, PhD, Dip. ECBHM, Clínica veterinaria A7 Noord Dierenartsenjklk, Holanda
2 Clínica veterinaria Pico Veterinarios SLP, Asturias
3 Albaikide S.A., Navarra
4Catedrático y Profesor, Facultad de Medicina Veterinaria Universidad de Florida, Gainesville, Florida, EE.UU.

Parte 1: Jose Antonio Pico

Pico Veterinarios SLP

La cesárea es el procedimiento de primera elección para resolver varios tipos de distocia que después se enumeran. El veterinario no debe considerar la cesárea como un procedimiento de último recurso, en este caso tendrá tendencia a alargar las manipulaciones obstétricas, con riesgo de lesiones en aparato genital o contaminación excesiva del útero, todo lo cual implica un peor pronóstico para la cesárea.

La decisión para hacer cesárea debe ser tomada rápidamente después de la exploración, quince minutos son suficientes. Nunca, es decir, ¡Jamás!, se deberá aceptar el trabajo, sin antes comprobar la integridad anatómica del útero y vagina, no hacerlo implica admitir que cualquier rotura de útero, cérvix o vagina que aparezca después la hemos provocado nosotros.

Si el animal está en decúbito habrá que comprobar si es capaz de levantarse, incluso aunque se haga la cirugía en decúbito: la imposibilidad de levantarse puede deberse a: hipocalcemia, mamitis, toxemia o intentos de extracción forzada previos.

La condición pre quirúrgica de la vaca y el ternero determina en gran medida el pronóstico, y el propietario debe ser informado.

La indicación para cesárea incluye

- Distocias fetales:
  - Presentación anterior con cabeza flexionada hacia atrás
  - Presentación pósterior ternero sentado
  - Monstruosidad fetal: Schistosoma reflexus típico (con el vértice de la v de la columna hacia craneal), schistosoma reflexus atípico
  - Desproporción fetal- materna
  - Ternero enfisematoso
- Distocias maternas:
  - Dilatación cervical insuficiente
  - Torsión imposible de resolver, o que no se sigue de dilatación cervical
  - Conformación pélvica anormal. Ej. cresta en sínfisis pubiana
  - Roturas pélvicas que consolidan reduciendo los diámetros. Ej. rotura del ángulo externo del íleon
  - Rotura de útero o cérvix
  - Gestación prolongada

En nuestra clínica de todas las señaladas las causas más frecuentes son:

- La desproporción fetal-materna, cuando no es evidente el veterinario debe tener claro que fuerza puede aplicar sin riesgo con los ayuda partos habituales. Cuyo mecanismo es una palanca de primer grado que multiplica la fuerza por tres y medio y la aplica a una sola extremidad. La fuerza que se puede hacer con una mano es nuestro límite
- La dilatación insuficiente del cérvix por diversas razones, es la causa más frecuente de cesárea

La indicación para fetotomía incluye

- Ternero muerto con el tercio anterior expulsado
- Conformación anormal, en particular *schistosoma* típico, con el vértice de la columna hacia caudal. El *schistosoma* atípico no es adecuado para fetotomía
- Cara doble
- No hacemos fetotomias completas, tienen mal pronóstico para la vaca, y son técnicas del pasado

En vacas de leche, poca infraestructura se necesita, en plaza fija despejar las dos plazas contiguas, en estabulación libre, la sala de espera del ordeño, se sujeta la cabeza se tapan los ojos y se colocan trabones en extremidades pósteriores. Cuando sospechamos que el animal tienda al decúbito colocamos un gancho de cadera para estabilizarlo

Para animales en decúbito preferimos la colocación en decúbito esternal con la extremidad pósterior derecha extendida hacia atrás y atada. Si no hay personal suficiente, colocamos el animal en decúbito lateral derecho y un ayudante sujeta la cabeza y se atan juntas las extremidades: las anteriores hacia craneal y las pósteriores hacia caudal.

Preparación

La cesárea debe ser considerada una intervención "LIMPIA-CONTAMINADA". Lavamos con cualquier jabón y abundante agua el flanco, incluyendo la mitad caudal del costillar pared abdominal y zona lateral de la pierna. Afeitamos un campo aproximadamente de 70 x 90 cm incluyendo en horizontal las dos últimas costillas, fosa paralumbar, ángulo externo del íleon incluso 5 cm en caudal, y en vertical desde apófisis transversas de lumbares hasta el pliegue del la babilla desinfectamos con povidona yodada (PY). Su eficacia depende de la cantidad de yodo libre y conviene recordar que ninguna solución de PY genera tanto yodo libre como la solución al 1%, además cualquier desinfectante necesita un tiempo de actuación.

Usamos batas de plástico, guantes de hombrera y guantes de silicona, todo desechable. Los guantes los cambiamos después de cerrar el útero para evitar extender la contaminación a la cavidad abdominal durante su recolocación.

Analgesia y anestesia

Nunca hacemos anestesia general y es incompatible con la cesárea pie.

La xilacina se utiliza con profusión, tiene dos inconvenientes aumenta el tono uterino lo cual dificulta el manejo de la matriz y provoca ataxia, incluso cuando se aplica epidural, por lo tanto debe ser usada con cautela. En caso de cesárea con la vaca de pie, si la vaca está en decúbito, el riesgo es la deglución desviada.

Si la usamos es a dosis baja, 10 mg para vacas en pie y 20 mg para vacas en decúbito.

También utilizamos detomidina 15µg/kg p.v.(0,15cc/100kg) es menos atáxica.

La combinación butorfanol-xilacina-ketamina (1-2-4mg/100kg) lo hemos probado, nos ha gustado, pero no nos parece necesaria.

- Anestesia epidural caudal

Utilizamos lidocaína al 2% 3-4 cc según tamaño, nos parece excelente, además controla los esfuerzos de expulsión. También hemos usado xilazina (1cc en 9 cc de suero fisiológico) si en ese momento no disponíamos de Lidocaina, y diversas combinaciones como lidocaína-xilacina, morfina con buenos resultados, pero las hemos desechados en aras de la simplificación.

- Anestesia local.

Hacemos bloqueo en la línea con lidocaína al 2%, 25-35 cc, son insuficientes, y el resultado es bueno.

Para la relajación uterina preferimos 0,75-1 mg de clembuterol, aplicado antes de preparar el campo, encontramos el útero totalmente relajado. Pero la pared uterina se alarga y disminuye de espesor; lo debemos de tener en cuenta en el momento de suturarla. Además el útero prolapsa más fácil a través de la laparotomía en el momento de la extracción del ternero.

Antes de preparar el campo también aplicamos AINE intravenoso, lo creemos ventajoso, incluso para mantener el animal en pie, así como antibiótico, penicilina estreptomicina 20.000 UI/ 20 mg/ kg, p.v. intramuscular repartido en cinco puntos.

Abordajes

Empezamos haciendo cesáreaS con el animal en decúbito, y abordaje ventral oblicuo izquierdo, que era la técnica más usada en España en los años 70-80. Este abordaje facilita la exteriorización del útero, interesante en terneros muy grandes. Pero la dificultad para el cirujano, puesto que hay que trabajar siempre de rodillas, la inmovilización más complicada y las oportunidades de contaminación mayores, además del cierre de la laparotomía más difícil, nos hizo abandonar esta técnica.

Nuestro abordaje actual con la vaca en pie o en decúbito, (en este caso preferimos el decúbito esternal), es la fosa paralumbar izquierda en la posición más caudal y ventral posible, para facilitar la exteriorización del útero, si utilizamos como referencia el ángulo externo del íleon y 10 cm por delante del íleon y 15 cm por debajo de las apófisis transversas de las vertebras lumbares. La incisión debe tener una longitud de 40 cm.

> Las ventajas de este abordaje son varias, la posición es más cómoda para el cirujano, no se necesita anestesia general, el rumen contiene los intestinos, la laparotomía soporta escasa tensión, es fácil de suturar y cicatriza bien.

> El mayor inconveniente es la imposibilidad de exteriorizar el útero en alguna posición fetal, pero la incisión del útero en el interior del abdomen no tiene consecuencias con fetos vivos y útero poco contaminado.

Técnica quirúrgica

La exteriorización del útero es uno de los momentos importantes de la cirugía, el pronóstico de la cesárea mejora cuando el útero se exterioriza sin dañarlo y la incisión se hace fuera de la cavidad abdominal, especialmente si el ternero esta muerto o el útero muy contaminado.

La posibilidad de exteriorizar el útero está condicionada por la posición ternero y la habilidad del cirujano, cuando se trata de un parto en presentación anterior y las extremidades pósteriores dirigidas hacia la incisión, se localizan las pezuñas, y colocando la palma de la mano derecha sobre el dorso de la pezuña y la palma de mano izquierda en el tarso se tira de la extremidad suavemente, hasta encajar tarso y pezuña en ambos extremos de la laparotomía, no se debe coger directamente el metatarso por el riesgo de perforar el útero con los dedos. La incisión del útero llega desde la pezuña hasta más allá del tarso.

Cuando el ternero esta en presentación anterior, extraemos el útero fijándolo por la pezuña y hacemos una pequeña incisión que permita coger un metacarpo, luego extendemos la incisión incluyendo todo el metacarpo y la rodilla, extraemos una extremidad después la cabeza y a continuación la otra extremidad.

En ambas presentaciones la incisión del útero deber ser lo suficiente larga para evitar desgarros que se producen siempre en proximal y que son de difícil sutura.

Cuando el ternero está de espaldas es necesario rotar el útero aplicando un par de fuerzas, primero lo intentamos en un sentido y si no funciona lo hacemos en sentido contrario.

Si se trata de torsión sin resolver, habrá que tener en cuenta si la torsión es izquierda o derecha, si es torsión derecha, la movilización es fácil. Por el contrario, si se trata de torsión izquierda, las extremidades pueden estar cerca de la incisión, por encima de ella y sin embargo son de imposible extracción porque supondría aumentar la torsión y no hay más elasticidad de ligamentos uterinos, por lo tanto puede ser necesario resolver antes la torsión.

Siempre que exteriorizamos el útero la tensión sobre los ligamentos provoca dolor que puede hacer tumbarse a la vaca.

Pero en más ocasiones de las que nos gustaría es imposible exteriorizar el útero. Por ejemplo cuando el útero toma el aspecto de una gran bolsa de líquido, de pared medianamente tensa con el ternero en posición fetal y no es posible fijar una extremidad.

Cuando tengamos que incidir útero sin exteriorizar, se retira previamente el intestino. A continuación se elije una localización lejos del cérvix, después de marcar la dirección de las fibras con la posición de ambas manos, se utiliza la hoja de bisturí de hoja oculta extendiendo la incisión hasta la posición de la otra mano.

Una vez que las extremidades son exteriorizadas se extrae el ternero asegurándose que el útero permanece en el interior del abdomen.

A continuación se cortan las membranas fetales o se extraen, algo que es posible algunas veces incluso con terneros vivos, desprender la placenta puede ocuparnos 15 minutos pero reduce las necesidades de tratamiento posoperatorio, y mejora el pronóstico. Pero la mayor parte de las veces no podemos extraer la placenta, intentando reducir la retención placentaria utilizamos $PGF_{2\alpha}$ y oxitocina. $PGF_{2\alpha}$ nada más reponer el útero en el abdomen

y oxitocina (10-20 UI cada 3 a 6 horas/ 2-3 días /IM) una vez cerrada la laparotomía.

La sutura de útero deberá tener en cuenta los siguientes puntos:

- Cuando se utiliza tocoliticos la pared uterina estira y disminuye de espesor
- La reacción inflamatoria del miometrio es proporcional a la cantidad de hilo
- La formación de adherencias es mayor cuanto mayor hilo expuesto
- La cicatrización se establece a partir de los bordes de la incisión en concreto a partir del endometrio y no de serosa. Por lo tanto la invaginación deberá acercar el endometrio de ambos bordes
- La invaginación debe ser perfecta y permanente, esto es que se mantenga después de la retracción uterina, esta evita riesgo de peritonitis por salida del contenido uterino, y en cualquier caso menos adherencias y un volumen de cicatriz mínimo

Para el cierre uterino utilizamos indistintamente dos técnicas y un único tipo de hilo catgut crómico nº 2. También se puede usar material sintético, el más usado es el poliglactin 910, en teoría debería de dar menos reacción pero en la práctica no se diferencia con el catgut crómico.

- **Primera técnica.** Sutura en dos capas: la primera continua simple perforante, la segunda patrón de Cushing.Cuando no fue posible seccionar el útero en la dirección de las fibras pueden producirse sangrado importante, y puede ser necesario sutura individual de los vasos, en cualquier caso el patrón continuo perforante es adecuado para conseguir hemostasia y aproximar el endometrio.Para la segunda capa, patrón de Cushing. El primer punto de reinversión tiene la mitad de longitud que los demás. El lugar de inicio del punto siguiente es inmediato al de salida del anterior, la tensión de los puntos tiene que ser suficiente para asegurar el cierre después de la retracción del útero, y el nudo inicial y final deben quedar ocultos, fácil de conseguir con un punto transversal, del tipo cerca-lejos-lejos-cerca, como el patrón de Utrecht. Preferimos esta técnica sobre todo con contenido uterino infectado. En cuyo caso hacemos dos suturas de reinversión de Cushing. La ventaja del patrón de Cushing es que la tracción del hilo se establece en dirección de la fibra y no desgarra además no queda hilo "a la vista".
- **Segunda técnica.** Patrón de Utrecht, sutura invaginante, los puntos incluyen serosa y muscular empezamos la sutura 2.5 cm más allá de la incisión y la terminamos igual, ambos puntos perpendiculares a la dirección de la incisión, el hilo entra a 1 cm de la línea del eje de la incisión, y sale a 2,5 cm para volver hacia el lado opuesto entrando a 2,5 cm y saliendo a 1 cm, el nudo quedará en posición central y oculto por la reinversión. Los puntos, se colocan en el ángulo de 45ª respecto a la incisión y siempre de fuera adentro, entran a 2,5 cm y salen a 1 cm en cada lado, el punto siguiente, entra en la pared uterina, lateral a la salida del anterior, pero pareado, esto es, en la dirección de la incisión, los puntos son contiguos. Así ejecutada es una sutura lenta. En esta sutura es imposible tensar varios puntos simultáneamente por lo que cada punto debe ser tensado una vez colocado. El riesgo de desgarro es mayor que en el patrón de Cushing porque la tracción es oblicua a la dirección de las fibras, además deja más hilo expuesto.

Antes de cerrar el útero colocamos antibiótico en él. (Penicilina-estreptomicina 10mUI/10g). La matriz se puede sujetar con pinzas para facilitar el trabajo, sujetar, pero no se debe colgar. Si se cuelga es imposible conseguir una buena tensión en los puntos, y el cierre será insuficiente después de la contracción del útero.

Una vez suturado el útero es importante limpiarlo de sangre, también debería revisarse la bolsa ovárica en busca de coágulos que deberán ser retirados, para minimizar adherencias y riesgo de infección, se puede hacer con suero y antibiótico poco irritante (ej. penicilina/estreptomicina). Una vez suturado el útero, se cambian los guantes, se recoloca en el abdomen evitando posiciones de torsión, a continuación evaluamos la cavidad abdominal en busca de hemorragias o roturas intestinales y evacuamos el liquido acumulado, abundante en caso de torsión, y en partos atendidos con retraso.

La sutura de la pared tiene que conseguir tres objetivos:

- Evitar enfisema subcutáneo y seromas
- Evitar la dehiscencia
- Evitar la infección

La hacemos en cuatro capas, patrón continuo simple, hilo *catgut* crómico nº6. No se deben emplear agujas traumáticas, se corre el riesgo de cortar el hilo de la capa anterior.

1. Capa transverso y peritoneo
2. Oblicuo externo e interno
3. Músculo subcutáneo y fascia
4. Piel

Antes de ajustar el último punto de la primera capa se debe eliminar todo el aire que sea posible del abdomen, aunque a veces el transverso y el peritoneo son incapaces de evitar la entrada de nuevo de una cierta cantidad de aire. Por lo que la presión sobre la pared abdominal debe continuar hasta que se cierren los oblicuos, o bien esperar al cierre de los oblicuos para extraer el aire.

Para evitar espacios muertos que facilitan seromas y enfisemas cada tres puntos incluimos la capa anterior. Entre capas de sutura aplicamos antibiótico.

Complicaciones preoperatorias

- Fetos muy grandes y con malformaciones

Los fetos muy grandes en vaca de leche se relacionan con gestaciones prolongadas, incluso hasta los 11 meses con terneros que llegan a pesar 90 kg, se trata de una complicación muy poco frecuente.

Fetos malformados. El *schistosoma* es la malformación que se ve con mayor frecuencia, puede ser típico o atípico. En el caso de S. típico si el vértice de la "v" que aparece en la columna vertebral este orientada hacia caudal, la fetotomía resuelve el parto en cinco minutos. Por el contrario si está orientada hacia craneal, la cesárea es la única solución, en este caso la dificultad es la exteriorización del útero, el tocolítico es indispensable.

Si se trata del S. atípico, la cesárea es la única opción, la fetotomía es imposible y además deja esquirlas ósea que son auténticos bisturís. En este caso la exteriorización del útero es imposible, con o sin tocolíticos. La incisión del útero será hecha en el interior del abdomen, será difícil de orientar; tendremos que alejarnos en lo posible del cérvix y acercarnos al extremo del cuerno uterino. En ocasiones es necesario practicar fetotomía intraoperatoria.

- Torsión uterina

Resolver una torsión requiere casi siempre el uso previo de anestesia epidural y relajante uterino. La mayor parte de las veces se logrará con la vaca en pie, muy pocas habrá que recurrir al volteo, y aún menos veces será imposible de resolver.

Cuando conseguimos girar el ternero, y su eje dorso-ventral coincide con el de la madre, la torsión todavía no está resuelta, hará falta rotar 20° más el ternero para que la matriz recupere la posición correcta y sea posible una buena dilatación del cuello. Ese es el verdadero problema de la torsión, conseguir que el cuello uterino dilate.

Forzar la dilatación del cuello sólo tiene sentido, cuando el tacto nos trasmite la sensación de tejido moldeable. Por el contrario si la sensación es la de una cuerda tensa, la probabilidad de ruptura es alta y estaría indicada la cesárea.

Cuando se hace cesárea sin resolver la torsión, puede ocurrir que sea muy fácil exteriorizar el ternero directamente, este es el caso en una torsión derecha y la torsión se resuelve después de la sutura del útero. Por el contrario si la torsión es hacia la izquierda, las extremidades pueden estar próximas pero no se pueden exteriorizar; porque significaría incrementar la torsión, no hay más elasticidad del ligamento ancho y podemos desgarrarlo y provocar hemorragia mortal. Entonces es necesario corregir previamente la torsión, en este caso el relajante uterino es indispensable. Además la corrección de una torsión izquierda, previa a una cesárea, puede arrastrar el paquete intestinal hacia el lado izquierdo que tendrá tendencia al prolapso a través de la incisión.

- Feto enfisematoso

El grado de enfisema es muy variable depende del tiempo que lleve el ternero muerto, y por lo tanto de cuanto el ganadero vigile sus vacas en las fechas esperadas de parto. Así que en nuestra práctica, es un proceso muy poco frecuente que se observa en relación con aborto en el último tercio de gestación; en estos casos la extracción vaginal es posible.

Los casos de enfisematosos en gestaciones a término son muy raros; en este caso todavía es posible a veces la extracción vía vaginal, si la dilatación cervical es suficiente. Una extracción que se ve dificultada por las tendencias a romper donde apliquemos fuerza, sean las extremidades o la cabeza. Las extremidades conviene fijarlas por encima de rodilla o tarso, la cabeza por detrás de la nuca.

Cuando el enfisema es importante, la dilatación cervical es insuficiente y el estado de salud de la vaca es bueno, la cesárea es la única solución, en estos casos tenemos un 40% de mortalidad.

Si el estado general de la vaca está afectado, por ejemplo: no come, no rumia, tiene fiebre, o no se levanta; la eutanasia es la solución más económica.

- Traumatismo y rotura uterina, prequirúrgica

Se puede producir espontáneamente o por manipulaciones. El veterinario debe revisar el estado del aparato genital antes de la cesárea, puesto que estas son complicaciones que implican mal pronóstico, y el propietario debe ser informado.

- Parálisis del ciático y obturador.

En ocasiones las provoca la propia vaca cuando pasa demasiado tiempo intentando la expulsión del ternero, con más frecuencia se producen al intentar una extracción forzada.

- Hidropesías fetales
    - Ascitis e hidrotórax. En estos casos la cavidad abdominal suele tener un efecto de “tapón de botella de champán”. La sección de la pared abdominal con una hoja de bisturí de hoja oculta permite el parto por vía natural.
    - Hidroamnios e hidroalantoides. Se diagnostican tarde, cuando el animal deja de comer y rumiar que es cuando llama el propietario. Por muy lento que se drene el líquido, para evitar un shock hipovolémico debido a una rápida descompresión del sistema vascular a nivel abdominal; el pronóstico es desfavorable debido a la dificultad para recuperar el aparato digestivo y el riesgo de metritis con toxemia. Si no hay dilatación cervical la cesárea es obligada y los riesgos son los mismos.

Formación de adherencias: cómo prevenirlas

Impedir la formación de adherencias no es posible, alrededor del 25% de las cesáreas desarrollan adherencias. El lugar que con más frecuencia se forman las adherencias es sobre la sutura del útero; por lo cual hay que poner especial cuidado en no dejar el hilo a la vista y hacer una reinversión perfecta del útero, para evitar filtraciones del contenido uterino. Es necesario limpiar la superficie del útero con suero y antibiótico. Es necesario evitar que queden coágulos de sangre sobre la bolsa ovárica.

Aparecen también adherencias sobre zonas de matriz traumatizada. Por lo tanto la operación de exteriorización del útero deberá de ser efectuada con cuidado.

No deberán usarse guantes impregnados en polvo talco.

Complicaciones operatorias

- Exteriorización del útero. La complicación más frecuente durante la cesárea es la imposibilidad de exteriorizar el útero. Al respecto recordar que la xilacina dificulta esta maniobra aunque se aplique por epidural, y que un tocolítico como el clembuterol (0,5-1mg) la favorece en gran medida.
- Si hay que incidir el útero en el interior del abdomen, se deberá hacer la incisión lejos del cuello interno y lo suficientemente larga y paralela a las fibras. Esto se logra colocando ambas manos separadas, de manera que marquen dirección correcta y alargando la incisión para evitar desgarros.
- Caída de la vaca durante la cirugía. Se puede minimizar el riesgo:
    - Aplicando el AINE antes de empezar a preparar el campo, reduciendo el volumen de lidocaína en anestesia epidural a 3,5 cc, evitando tracciones violentas sobre el útero que provocan dolor y hacen que el animal se acueste
    - Si se usa xilacina deberá ser a baja dosis (2mg/100kg), la detomidina resulta menos atáxica
    - Evitar las tracciones violentas sobre el útero que provocan dolor y hacen que el animal se acueste. Si la vaca nos ofrece dudas y aceptamos el riesgo de hacer la cesárea de pie debemos estabilizar la vaca con un gancho de caderas, si esto no es posible habrá que atar la extremidad pósterior derecha para poder forzar un decúbito lateral derecho en caso necesario
- Trauma gastrointestinal**.** Cando se intenta retirar los intestinos del campo operatorio, se pueden producir desgarros.
- Sangrado del útero. En las ocasiones en que se cortan cotiledones, la dirección de la incisión no es correcta, o se producen desgarros, puede verse afectados vasos de cierta importancia que tienen que ser suturados si los vasos son de menor diámetro, puede ser suficiente con hacer la primera sutura de matriz con un patrón continuo perforante.

Complicaciones postoperatorias

- Retención de placenta. Es una complicación frecuente presente en un 30% de las cesáreas. El uso de PGF2α inmediato al parto es controvertido, se recomienda el uso de oxitocina 20 UI/ 3-6 horas/48-72 horas. Igualmente se usan AINE y antibiótico. La extracción manual no está recomendada, por el riesgo de lesiones, y la imposibilidad de completarla con éxito.
- Dehiscencia de la sutura, en pared abdominal, recordar que el punto más débil de una sutura es el nudo, cuando se utiliza catgut crómico un nudo llano doble repetido tres veces, nunca nos ha dado ningún problema. Siempre debe usarse aguja atraumática, las aguja traumática pueden cortar el hilo de planos inferiores.
- Enfisema subcutáneo, la mejor forma de evitarlo cuando se hace la cesárea con la vaca de pie, es empujando con una tabla la pared abdominal desde el lado derecho antes de tensar el último nudo de la sutura del peritoneo y recto del abdomen.
- Seroma, se evitan reduciendo los espacios muertos entre planos de sutura, esto se consigue realizando puntos de anclaje, cada tres puntos uno incluye el plano inferior.
- Formación de adherencias. El factor más importante es la habilidad del cirujano, evitando un trauma excesivo, la isquemia y las hemorragias. El tipo de hilo tiene poca importancia, ningún estudio ha demostrado la superioridad de los materiales sintéticos. Ej. Proliglactin 910, etc. sobre el catgut crómico número 2. Más importante que el hilo es la cantidad de hilo, por lo que el patrón de sutura en un solo plano puede ser el más indicado cuando el feto está vivo y el contenido uterino no está contaminado.

Atención postoperatoria

- Tratamiento antibiótico

El tratamiento postoperatorio incluye antibióticos (penicilina/ estreptomicina) 10.000 UI/10 mg/kg cada 12 horas, durante 3 días si no hay retención de placenta y 7 días si la hay o hasta la expulsión de placenta si es necesario.

- AINES

Utilizamos carprofeno dos dosis. (1.4mg/kg p.v/ 72 h)

- Otros tratamientos

También administramos calcio intravenoso, una primera dosis de 12 g y pósteriores de 6 g a las 12, 24 y 48 horas postparto. Oxitocina 20 UI/ 6 horas/ durante 48 horas.

Revisitas

Si la vaca come y rumia y no tiene fiebre no las hacemos, salvo que haya retención de placenta, en cuyo caso aplicamos tratamiento intrauterinos (peni-strepto u oxitetra) repetidos cada 48 horas hasta que se elimina la placenta**.**

Parte 2 (English): Carlos Risco

DVM, Dipl. ACT, Chair and Professor, University of Florida, College of Veterinary Medicine

Introduction

Cesarean section in cattle is a common surgical procedure that is performed in obstetrical cases when the calf cannot be delivered vaginaly. The reader may find interesting that the term "caesarean" was not derived from the false belief that Julius Caesar was born by removing him from his mother through an incision in the abdomen and uterine wall. His family name was derived by the belief that his ancestors were born is such a way. In actuality the name Caesar is derived from the Latin word "caesus" that means to cut (Senger, 2003).

Whether or not the cesarean section is successful depends on many variables that must be considered such as, experience of the veterinarian, facilities, health status of the dam and calf at the time of surgery.

From the author's experiences and published research this manuscript discusses the indications, animal management, anesthesia, surgical approaches and complications related to cesarean sections in cattle.

Indications and contraindications for the caesarian section and other alternatives

The main indication or reason for performing a caesarian section is after the clinician determines that the calf cannot be delivered virginally. Guidelines have been developed by (Schuijt and Ball, 1980) to determine whether or not vaginal delivery of the calf is possible and have been reported by Drost (2011) and are discussed below:

- Anterior presentation (head first): The entire head resting on the knees and both feet must be presented into the birth canal. Chains are looped around each foot just below the dewclaws with the large link on top so the pull comes off the dorsal surface. There will be sufficient room to pull the calf, if one person can pull the first leg until the pastern is 15 centimeters outside the vulva and, next while holding the first leg in this position, if again one person can pull the second leg equally far outside the vulva. At these distances both shoulders, which is the greatest diameter of the calf will have passed the bony entrance (ileal shafts) of the pelvis.
- Pósterior presentation (backwards): According to Roberts (1986), five % of the time calves are born backwards. This presents two problems: 1) the blunt shaped hindquarters are less efficient in dilating the birth canal than the cone shaped head and neck, and 2) the umbilical cord becomes compressed against the pelvic inlet while the head is still inside the dam. Again, chains are looped around each foot below the dewclaws with the large link at the front of the foot so the pull comes off its dorsal surface. If, with the cow lying on her side, it is possible for two people to pull both hocks on a rotated calf far enough for the hocks to appear at the lips of the vulva, then it will be possible to deliver the intact calf by way of the vagina.

When application of the above mentioned guidelines fails, there are maternal and fetal indications for performing a cesarean section. Maternal indications include small heifers, pelvic deformities, and failure of cervical dilation, uncorrectable uterine torsion, uterine tear, hydrops, and prepartum paralysis (Campbell *et al.*, 1990). A population-based, study design was used to investigate risk factors for cesarean section in dairy cows in Holland (Barkema *et al.*, 1992) Risk factors for cesarean section consisted of first parity (odds ratio 3.09 compared with multiparous cows), single male calf, long gestation period, long interval between first service and conception, long dry period, sired by a bull of double-muscled structure (odds ration 10.85) or Piedmont bull (odds ratio 4.26), under 730 days of age at first calving, and having a previous cesarean section. A short dry period and a short gestation were protective factors.

In normal fetal conditions the most common cause for cesarean section is a fetal oversize (relative to a normal maternal pelvis size) and malposition. It should be mentioned that valuable calves from embryo, may be an indication for an elective cesarean section.

Pathologic fetal conditions include fetal anasarca, schistosomus reflexus, hydrocephalus, conjoined twins, emphysematous, mummification, and prolonged gestation (Campbell *et al.*, 1990).

Depending on the circumstances, and the practitioner's experience, a fetotomy may be an alternative to a cesarean section. The author has had much success performing fetotomies in dystocia cases with an emphysematous calf were the uterus is not tightly contracted and not friable, the cervix is dilated and the fetotome can be introduce into the uterus.

Management considerations

The surgical approach to a cesarean section depends on the type of restraint, assistance available and the veterinarian's experience. These factors must be considered along with the reason for performing the cesarean section. (Newman and Anderson, 2005)

The veterinarian has two options when performing the cesarean section; whether to perform the procedure on a standing or on a recumbent cow. A recumbent approach with sedation and tying the legs forward and back may be more appropriate when proper restraint is not available or in cows that may not remain standing for duration of the surgery. In these cases, it may be easier to start with the cow recumbent rather than having her fall down during the operation. An advantage of the recumbent approach is that it may facilitate exteriorization of the uterus, reducing the risk to contaminate the abdominal cavity. The recumbent approach can be midline or over the pregnant horn using a paramedian, low-flank approach. The midline approach likely requires the longest incision because the linea alba is relatively inflexible.

A standing flank approach may be done from either the left or the right; it is more commonly performed from the left (Newman and Anderson, 2005). The author prefers the left approach because the rumen prevents evisceration of the small intestines, but rumen prolapse may occur if straining during surgery. However, when the pregnancy is located in the right horn, some practitioners find it easier to use the right approach. However, in the authors' opinion a disadvantage of this approach is retaining the small intestines within the abdominal cavity.

Preparedness of the surgical field

The author prefers to remove the hair of the surgical field by clipping and to use povidone-iodine for aseptic preparation of the surgical field followed by washing with isopropyl alcohol. An advantage of povidoneiodine is that it creates more foam compared with chlorhexidine.

Anesthesia and analgesia

When performing a cesarean section the author strives to achieve a balance anesthesia. This refers to the appropriate balance of sedation and analgesia. To achieve sedation, I like to use xylazine hydrochloride at a dose of 0.03 to 0.1 mg/kg intravenously with the consideration that it may increases uterine tone, making manipulation and exteriorization of the gravid uterus more difficult. However, in the author's experiences this is not a major drawback.

The surgical approach determines which local anesthesia technique is used. My preference is to use a line block as I find the proximal paravertebral block more challenging particularly in muscular of fat cows. Further, it has been my experience that I am consistent in achieving complete analgesia. Although, the line block is more feasible, it does require a larger amount of local anesthetic. My preference is to use lidocaine with epinephrine as the combination increases the duration of the local anesthesia by causing vasoconstriction. However, there is the potential for incisional complications with epinephrine for line blocks. If the Ferguson reflex is strong I recommend a caudal epidural anesthesia, by using an 18G, 1.5-inch needle and applying 2% lidocaine hydrochloride at a dose of 0.2 to 0.4 mg/kg (Newman and Anderson, 2005).

Surgical technique

I prefer the flank approach when possible, and details of the surgical techniques for performing a cesarean section are well described in the literature by Newman and Anderson (2005):

- The abdominal wall incision should be sufficiently large to remove the fetus safely through the abdominal wall.
- After identifying the uterus, the portion of the uterus containing a hind leg is pulled up into the abdominal incision. Placing one hand under the hock or hocks and the other on the dorsal aspect of the pastern facilitates "locking" the foot into the abdominal incision.
- When the uterus has contracted tightly on the fetus, it is more difficult either to correct malpresentations or to exteriorize the uterus during a cesarean section. Tocolytic agents such as clembuterol have been available to bovine practitioners as aids in obstetric manipulation. Presently, these drugs are not permitted for use in food-producing animals in the United States and the authors has limited experience with these type of drugs.
- With breech or pósterior presentations, the front limb is grasped. I have found that often this presentation increases the level of difficulty exteriorizing the uterus and may require a larger incision. During ventral approaches, the greater
- It is critical that while the calf is being extracted with the use of obstetrical chains and an assistant, the uterus needs to be held in place to prevent spillage of uterine contents into the abdomen. This process can be facilitated using bovine uterine grasping forceps.

I prefer to use absorbable suture material, such as 2 chromic catgut (Chromicgut USP 2), using a swaged-on needle for closing the uterus. If the calf is dead, or presence of contaminated uterine fluids, I often use a two-layer closure. Closing the exteriorized uterus can be facilitated by having an assistant hold the uterine horn dorsal to the uterine incision and permitting the uterus to hang down vertically. Also, holding the uterus in this manner, the two sides of the uterine incision are more closely opposed, facilitating suturing. I like to use inverting suture patterns, such as the Utrecht method because it provides a tight seal, minimizes suture exposure, and promotes healing, as the uterus heals initially by serosal-to-serosal contact.

To prevent adhesions that can affect future fertility, I make an attempt to remove all blood clots by using large amounts of an isotonic irrigation solution with the help of a sterile gloved. Prior to suture the abdominal wall, I routinely lavage the abdominal wall with 6 liters of an irrigating solution that contains 1,000 IU of penicillin. It is my clinical impression that lavaging the abdomen in this manner, improves recovery by reducing complications related to peritonitis. The abdominal wall usually requires two to three layers of closure. I close the peritoneum and transversus with one layer, using absorbable suture material (3 chromic gut). The skin can be closed using either a continuous interlocking, simple interrupted cruciate, or simple interrupted sutures using 3 polyamide (Braunamid USP 3). However, I prefer an everting continues horizontal mattress pattern to close the skin.

As mentioned by Newman and Anderson (2005), in cases of uncorrected uterine torsions, there is some debate whether the

uterus should be detorsed before or after removal of the calf. A review of 164 hospital referral cases of uterine torsions, cesarean section was required in 62% of the cows (Frazer *et al.*, 1996). The authors reported that if the calf is removed first before detorsing, the incision may be in the horn opposite the body wall incision, which may make suturing the uterine incision more difficult. My preference in the management of uterine torsion, is to attempt vaginal delivery after correcting the torsion. After correction of the torsion, if the calf cannot be delivered vaginally, I then proceed with a cesarean section.

Complications

Operative related complications that I have experienced include about 10% of uterine tears. which is comparable to the report by (Hoebben *et al.*, 1997). The most common reason for uterine tears in my experience have been caused by excessive manipulations of the uterus or presented with a emphysematous uterus. The impact of uterine tears is that they can lead to adhesion formation which compromise fertility. By far the most common operative complication in my opinion is the inability to completely exteriorize the uterus due to fetal size. In these cases, I make a small uterine incision inside the abdomen (using a blunt letter opener) which allows access to the a fetal extremity making exteriorization of the uterus and the rest of the fetus easier. Care must be taken not to tear the uterus during the exteriorization manipulation or spill uterine content into the abdomen.

Postoperative complications in my experience include peritonitis, seroma formation, metritis, skin suture dehiscence and absessation. Long-term complications include downer cow, debilitated cows, production losses and infertility. One study observed that 30% of the cows had poor appetite, fever, metritis, or diarrhea after cesarean section (Cattel *et al.*, 1991). To avoid these complications it is important to use proper aseptic surgical techniques, avoid excessive tissue trauma and appropriate post-surgical care.

Postsurgical period

Although the use of antibiotics vary on a case-by-case basis, in the author' s opinion they should be used on a regular basis in complicated or uncomplicated cesarean sections, mainly to prevent peritonitis, infection of the incision line and subsequent development of metritis. The following antibiotics are available that are effective in the prevention of these postsurgical problems; penicillin G procaine (22,000 U/kg intramuscularly every 24 hours for 3–5 days), ampicillin (11 mg/kg every 12-24 hours for 3 – 5 days) and ceftiofur (1 mg/kg intramuscularly, or subcutaneously every 12–24 hours for 3–5 days). When using antibiotics, it is important to be cognizant of withdrawal times to avoid violative residues in milk and meat.

Flunixin meglumine (1 mg/kg intravenously or intramuscularly every 12 hours for 2 days) may be useful to prevent abdominal adhesion formation (Newman and Anderson, 2005). In many cases that require cesarean section, the animal may suffer from clinical (milk fever) or subclinical hypocalcemia. In cases of milk fever immediate (before the surgical procedure) parenteral (IV) calcium therapy is needed to prevent death. However, in the subclinical non recumbent form, oral calcium therapy would help restore blood calcium concentration and promote normal function of calcium-dependent organs. Further, calcium treatment would aid these cows to make a smooth transition during early postpartum.

Summary

The favorable outcome of the cesarean section is preservation of the dam and calf and the future reproductive efficiency of the dam. There are many variables that affect the outcome of this procedure. The type of case is very important and the veterinarian should consider if there is an alternative such as a fetotomy. Good surgical technique, combined with good postsurgical care that considers intensive medical management is of paramount importance for a successful cesarean section.

References

Barkema H, Schukken Y, Guard C, Brand A, van der Weygen G. Cesarean section in dairy cattle: a study of risk factors. Theriogenology 1992; 37:489–506.

Cattell JH, Dobson H. A survey of caesarean operations on cattle in general veterinary

practice. Vet Rec., 1990; 127:395–9.

Campbell M, Fubini S. Indications and surgical approaches for cesarean section in cattle.Compend Cont Educ., 1990; 12:285–91.

Drost M. Calving Management: A Team Approach. In: Risco and Melendez, editors. Dairy Production Medicine. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell; 2011. Chapter 3.

Frazer GS, Perkins NR, Constable PD. Bovine uterine torsion: 164 hospital referral cases. Theriogenology. 1996; 46:739–58.

Hoeben D, Mijten P, de Kruif A. Factors influencing complications during caesarean section on the standing cow. Vet Q., 1997;19:88–92.

Newman KD and Anderson DE. Cesarean Section in Cows. Vet Clin Food Animal. 2005, 73-100.

Robert SJ (Ed) Veterinary Obstetrics and Genital Diseases, Theriogenology. Published by the author, Woodstock Vermont, USA. 1986; page 94 and 283.

Senger PL. Pathways to Pregnancy and Parturition, Second Edition. Current Concepts, Inc., Pullman Washington. 2003, Page 323.

Schuijt G and Ball L. Delivery by Forced Extraction and other Aspects of Bovine Obstetrics. In: *Current Therapy in Theriogenology.* 1st Ed. D.A. Morrow (Ed). W.B. Saunders Co. Philadelphia. 1980; p 251.

TRADUCCIÓN AL CASTELLANO PARTE 2 ▼

Introducción

La cesárea en el ganado es un procedimiento común que se realiza en los casos obstétricos en los que el parto por vía vaginal no es posible. El lector puede encontrar interesante que el término "cesárea" no viene de la creencia falsa de que Julio César nació a través de una incisión en el abdomen y la pared uterina de su madre. Su apellido deriva de la creencia de que sus ancestros nacieron de esta manera. En realidad, el nombre César viene de la palabra latina "*caesus*", que significa corte (Senger, 2003).

Que la cesárea sea un éxito depende de muchas variables que deben tenerse en cuenta, como la experiencia del veterinario, las instalaciones y el estado de salud de la madre y el ternero en el momento de la cirugía.

Desde la experiencia del autor y las investigaciones publicadas, en este manuscrito se habla de las indicaciones, el manejo del animal, la anestesia, los abordajes quirúrgicos y las complicaciones relacionadas con la cesárea en el ganado.

Indicaciones y contraindicaciones de la cesárea y otras alternativas

La principal indicación o razón para realizar la cesárea es que el clínico determine que el ternero no puede nacer por vía vaginal. Las directrices desarrolladas por Schuijt y Ball (1980) para determinar si el parto del ternero por vía vaginal es posible o no, reportadas por Drost (2011), se analizan a continuación:

- Presentación anterior (la cabeza primero): Se debe presentar la cabeza entera, apoyada sobre las rodillas y las dos pezuñas, en el canal de parto. Se atan las cadenas en cada extremidad justo debajo del espolón, con el enlace grande hacia arriba de modo que, la tracción venga de la superficie dorsal. Habrá suficiente espacio para el ternero si una persona puede tirar de la primera pata hasta que la cuartilla salga 15 centímetros de la vulva y, mientras se sujeta esta primera extremidad en esta posición, una persona puede tirar de la segunda pata hasta la misma distancia de la vulva. A esta distancia, ambos hombros, que son el mayor diámetro del ternero, habrán pasado la arcada ósea (eje ilíaco) de la pelvis.
- Presentación pósterior (de espaldas): Según Roberts (1986), el 5% de las veces, los terneros nacen de espaldas. Esto presenta dos problemas: 1) los cuartos traseros de forma roma son menos eficientes a la hora de dilatar el canal de parto que la forma puntiaguda de la cabeza y el cuello, y 2) el cordón umbilical se comprime contra la entrada de la pelvis mientras la cabeza sigue dentro de la madre. De nuevo, se atan las cadenas alrededor de cada extremidad por debajo del espolón con el enlace grande por delante de la pezuña para que, al tirar, salga su superficie dorsal. Si, con la vaca tumbada de lado, dos personas pueden tirar de los dos corvejones de un ternero rotado lo suficiente como para que ambos corvejones aparezcan en los labios de la vulva, será posible el parto del ternero intacto por vía vaginal.

  Cuando la aplicación de las directrices mencionadas falla, hay indicaciones maternas y fetales para realizar la cesárea. Las indicaciones maternas incluyen novilla pequeña, deformidades pélvicas, dilatación cervical insuficiente, torsión uterina imposible de resolver, desgarro uterino, hidropesía y parálisis preparto (Campbell *et al.*, 1990). Un diseño de estudio basado en la población se utilizó para investigar los factores de riesgo de la cesárea en vacas lecheras en Holanda (Barkema *et al.*, 1992). Los factores de riesgo de la cesárea consistieron en: primer parto (odds ratio 3,09 en comparación con vacas multíparas), un solo ternero macho, periodo de gestación largo, intervalo largo entre el primer servicio y la concepción, periodo seco largo, engendrado por un toro de doble grupa (odds ratio 10,85) o toro de Piamonte (odds ratio 4,26), tener menos de 730 días de edad en el primer parto y tener una cesárea previa. Fueron factores de protección: un periodo seco corto y una gestación corta.

En condiciones fetales normales, las causas más comunes para realizar una cesárea son un gran tamaño fetal (en relación a un tamaño normal de la pelvis de la madre) y una mala posición. Cabe mencionar que los terneros valiosos desde embriones pueden ser indicación para una cesárea selectiva. Las condiciones fetales patológicas incluyen: anasarca fetal, *Schistosomus Reflexus*, hidrocefalia, siameses, ternero enfisematoso, momificación y gestación prolongada (Campbell *et al.*, 1990).

Dependiendo de las circunstancias y de la experiencia del veterinario, la fetotomía puede ser una alternativa a la cesárea. El autor ha tenido mucho éxito practicando fetotomías en los casos de distocia con ternero enfisematoso cuando el útero no estaba fuertemente contraído ni friable, el cérvix estaba dilatado y el fetotomo podía introducirse en el útero.

Consideraciones en el manejo

El abordaje quirúrgico de la cesárea depende del tipo de control, la asistencia disponible y la experiencia del veterinario. Estos factores tienen que tenerse en cuenta junto a las razones para realizar la cesárea (Newman y Anderson, 2005).

El veterinario tiene dos opciones a la hora de realizar la cesárea: realizarla con la vaca en pie o con la vaca en decúbito. Un abordaje en decúbito con sedación y atando las extremidades delanteras y traseras puede ser más apropiado cuando no hay un control adecuado disponible o con vacas que puede que no aguanten de pie toda la cirugía. En estos casos, puede resultar más fácil empezar con la vaca en decúbito en lugar de que se caiga durante la operación. Una ventaja del abordaje en decúbito es que puede facilitar la exteriorización del útero, reduciendo el riesgo de contaminar la cavidad abdominal. El abordaje en decúbito puede ser en la línea media o sobre el cuerno gestante utilizando un abordaje paramediano del flanco bajo. El abordaje en la línea media probablemente requiera una incisión más larga porque la línea alba es relativamente inflexible.

El abordaje del flanco con la vaca en pie se puede realizar tanto por el lado izquierdo como por el derecho; es más común, llevarlo a cabo por el izquierdo (Newman y Anderson, 2005). El autor prefiere el abordaje izquierdo porque el rumen evita la evisceración del intestino delgado; pero puede producirse un prolapso de rumen si hay tensión durante la cirugía. No obstante, si la gestación se encuentra en el cuerno derecho, algunos veterinarios encuentran más sencillo el abordaje derecho. Sin embargo, en opinión del autor, la desventaja de este abordaje es la retención del intestino delgado dentro de la cavidad abdominal.

Preparación del campo quirúrgico

El autor prefiere retirar el pelo del campo quirúrgico por recorte y utilizar povidona yodada para la preparación aséptica del campo quirúrgico, para después lavar la zona con alcohol isopropílico. Un aventaja de la povidona yodada es que crea más espuma que la clorhexidina.

Anestesia y analgesia

A la hora de hacer la cesárea, el autor se esfuerza en conseguir una anestesia equilibrada. Esto hace referencia al balance apropiado entre la sedación y la analgesia. Para conseguir la sedación, me gusta utilizar clorhidrato de xilacina en una dosis entre 0,03 y 0,1 mg/kg por vía intravenosa, considerando que puede aumentar el tono uterino, haciendo la manipulación y la exteriorización del útero grávido más difícil. No obstante, desde la experiencia del autor, esto no es un gran inconveniente.

El abordaje quirúrgico determina qué técnica de anestesia local se emplea. Mi preferencia es utilizar un bloqueo de la línea ya que encuentro el bloqueo paravertebral proximal más difícil, sobre todo, en músculos de vacas gordas. Además, mi experiencia es que he sido constante a la hora de conseguir una analgesia completa. No obstante, el bloqueo de la línea es más factible y no requiere una gran cantidad de anestesia local. Mi preferencia es utilizar lidocaína con epinefrina, ya que la combinación aumenta la duración de la anestesia local por vasoconstricción. Sin embargo, existe la posibilidad de complicaciones en la incisión con epinefrina para el bloqueo de la línea. Si el reflejo de Ferguson es fuerte, recomiendo una anestesia epidural caudal, utilizando una aguja 18G de 1,5 pulgadas y aplicando clorhidrato de lidocaína al 2% en una dosis entre 0,2 y 0,4 mg/kg (Newman y Anderson, 2005).

Técnica quirúrgica

Siempre que es posible, prefiero el abordaje del flanco; y los detalles de las técnicas quirúrgicas para realizar la cesárea están bien descritos en la literatura por Newman y Anderson (2005):

- La incisión de la pared abdominal debe ser lo suficientemente larga como para extraer el feto con seguridad a través de la pared abdominal.
- Después de localizar el útero, la parte del útero que contiene las extremidades traseras se saca hacia la incisión abdominal. Colocando una mano debajo del corvejón o corvejones y la otra mano sobre la cara dorsal de la cuartilla, es más fácil encajar la pezuña en la incisión abdominal.
- Cuando el útero está fuertemente contraído sobre el feto, tanto corregir malas presentaciones como exteriorizar el útero durante la cesárea es más complicado. Hay agentes tocolíticos, como el Clembuterol, disponibles para los veterinarios de bovinos, como apoyo en la manipulación obstétrica. Actualmente, estos medicamentos no están permitidos en animales para la producción de alimentos en Estados Unidos y el autor tiene una experiencia limitada con este tipo de medicinas.
- En presentación pósterior o de nalgas, se sujeta la pata delantera. He encontrado que, a menudo, esta presentación aumenta el nivel de dificultad a la hora de extraer el útero y puede requerir una incisión más larga. Durante los abordajes ventrales, aún mayor.
- Es fundamental que, mientras se extrae el ternero con el uso de cadenas obstétricas y un ayudante, el útero tiene que estar sujetado en su sitio para evitar el derrame del contenido uterino en el abdomen. Este proceso puede ser más sencillo si se utiliza un fórceps de sujeción para el útero bovino.

Prefiero utilizar material de sutura absorbible, como el catgut crómico 2 (*Chromicgut* USP 2), utilizando una aguja estampada, para cerrar el útero. Si el ternero está muerto, o hay presencia de fluidos uterinos contaminados, a menudo realizo un cierre en dos capas. El cierre del útero exteriorizado se puede facilitar teniendo a un ayudante sujetando el cuerno uterino dorsal a la incisión uterina y permitiendo que el útero cuelgue verticalmente. Además, sujetando el útero de esta manera, los dos lados de la incisión uterina están más juntos, lo que facilita la sutura. Me gusta utilizar patrones de sutura invertida, como el método Utrecht, porque proporcionan un cierre estanco, minimizan la exposición de la sutura y promueven la curación, ya que el útero cicatriza por contacto serosa-serosa.

Para evitar adherencias que puedan comprometer la fertilidad futura, intento retirar todos los coágulos de sangre, utilizando grandes cantidades de una solución isotónica para irrigación con la ayuda de guantes estériles. Antes de suturar la pared abdominal, lavo rutinariamente la pared abdominal con 6 litros de una solución para irrigación que contiene 1.000 UI de penicilina. Desde mi impresión clínica, lavar el abdomen de esta manera mejora la recuperación, reduciendo las complicaciones relacionadas con peritonitis. La pared abdominal normalmente requiere dos o tres capas de cierre. Cierro el peritoneo y el transverso con una capa, utilizando material de sutura absorbible (hilo crómico 3). La piel se puede cerrar utilizando tanto una sutura continua entrelazada, como una simple interrumpida cruzada o una simple interrumpida, utilizando poliamida 3 (*Braunamid* USP 3). No obstante, prefiero un patrón de colchonero horizontal continuo invertido para cerrar la piel.

Como mencionan Newman y Anderson (2005), en los casos de torsiones uterinas sin resolver, existe cierto debate sobre si debe destorcerse el útero antes o después de la extracción del ternero. En una revisión de 164 casos hospitalarios de referencia de torsiones uterinas, la cesárea fue necesaria en el 62% de las vacas (Frazer *et al.*, 1996). Los autores reportaron que, si el ternero se extraía antes de destorcer, la incisión en el cuerno podía hacerse en la parte opuesta a la incisión de la pared corporal, lo que podía dificultar la sutura de la incisión uterina. Mi preferencia en el manejo de la torsión uterina es intentar el parto por vía vaginal después de corregir la torsión. Si después de corregir la torsión, el ternero no puede nacer por vía vaginal, procedo con la cesárea.

Complicaciones

Las complicaciones relacionadas con la operación que he visto incluyen aproximadamente un 10% de desgarros uterinos, lo que es comparable con el informe de Hoebben *et al.*, 1997. Desde mi experiencia, la causa más común de los desgarros uterinos ha sido la excesiva manipulación del útero o el útero enfisematoso. La consecuencia de los desgarros uterinos es que pueden conducir a la formación de adherencias, que pueden comprometer la fertilidad. Con diferencia, la complicación durante la operación más común es, en mi opinión, la incapacidad de exteriorizar completamente el útero debido al tamaño del feto. En estos casos, hago una pequeña incisión uterina dentro del abdomen (con un abrecartas romo), que permite acceder a una extremidad del feto, facilitando la exteriorización del útero y del resto del feto. Se debe prestar atención para no desgarrar el útero durante su exteriorización y manipulación y para no derramar contenido uterino en el abdomen.

Las complicaciones en el postoperatorio, desde mi experiencia, incluyen: peritonitis, formación de seromas, metritis, dehiscencia de la sutura de la piel y la formación de abscesos. Las complicaciones a largo plazo incluyen: vaca caída, vacas debilitadas, pérdida de producción e infertilidad. En un estudio, se observó que el 30% de las vacas tenían poco apetito, fiebre, metritis o diarrea después de la cesárea (Cattel *et al.*, 1991). Para evitar estas complicaciones, es importante utilizar técnicas quirúrgicas asépticas apropiadas, evitar traumatismos tisulares excesivos y un cuidado postquirúrgico adecuado.

Periodo postoperatorio

Aunque el uso de antibióticos varía de un caso a otro, en la opinión del autor, deberían utilizarse regularmente en cesáreas complicadas o no complicadas, principalmente para prevenir la peritonitis, la infección de la línea de la incisión y el desarrollo de metritis consiguiente. Los siguientes antibióticos están disponibles y son efectivos en la prevención de estos problemas postquirúrgicos: penicilina G procaína (22.000 U/kg por vía intramuscular, cada 24 horas, durante 3-5 días), ampicilina (11 mg/kg cada 12-24 horas, durante 3-5 días) y ceftiofur (1 mg/kg por vía intramuscular o subcutánea, cada 12-24 horas, durante 3-5 días). Cuando se utilizan antibióticos, es importante conocer los tiempos de retirada para evitar residuos penalizables en la leche y la carne.

Flunixin meglumine (1 mg/kg por vía intravenosa o intramuscular, cada 12 horas, durante 2 días) puede ser útil para evitar la formación de adherencias abdominales (Newman y Anderson, 2005). En muchos casos que requieren cesárea, el animal puede padecer hipocalcemia clínica (fiebre de leche) o subclínica. En casos de fiebre de leche, es necesario un tratamiento de calcio parenteral (IV) inmediato (antes del procedimiento quirúrgico) para evitar la muerte. No obstante, en la forma subclínica sin decúbito, un tratamiento con calcio oral ayuda a restaurar la concentración de calcio en sangre y promueve el funcionamiento normal de los órganos calcio-dependientes. Además, el tratamiento con calcio ayudaría a estas vacas a hacer una transición suave durante el postparto temprano.

Resumen

El resultado favorable de la cesárea es la conservación de la madre y el ternero y la futura eficiencia reproductiva de la madre. Muchas variables afectan el resultado de este procedimiento. El tipo de caso es muy importante y el veterinario debe considerar si hay alguna alternativa, como la fetotomía. Una buena técnica quirúrgica, combinada con un buen cuidado postoperatorio que considere un tratamiento médico intensivo, es de suma importancia para una cesárea exitosa.

Referencias

Barkema H, Schukken Y, Guard C, Brand A, van der Weygen G. Cesarean section in dairy cattle: a study of risk factors. Theriogenology 1992; 37:489–506.

Cattell JH, Dobson H. A survey of caesarean operations on cattle in general veterinary

practice. Vet Rec., 1990; 127:395–9.

Campbell M, Fubini S. Indications and surgical approaches for cesarean section in cattle.Compend Cont Educ., 1990; 12:285–91.

Drost M. Calving Management: A Team Approach. In: Risco and Melendez, editors. Dairy Production Medicine. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell; 2011. Chapter 3.

Frazer GS, Perkins NR, Constable PD. Bovine uterine torsion: 164 hospital referral cases. Theriogenology. 1996; 46:739–58.

Hoeben D, Mijten P, de Kruif A. Factors influencing complications during caesarean section on the standing cow. Vet Q., 1997;19:88–92.

Newman KD and Anderson DE. Cesarean Section in Cows. Vet Clin Food Animal. 2005, 73-100.

Robert SJ (Ed) Veterinary Obstetrics and Genital Diseases, Theriogenology. Published by the author, Woodstock Vermont, USA. 1986; page 94 and 283.

Senger PL. Pathways to Pregnancy and Parturition, Second Edition. Current Concepts, Inc., Pullman Washington. 2003, Page 323.

Schuijt G and Ball L. Delivery by Forced Extraction and other Aspects of Bovine Obstetrics. In: *Current Therapy in Theriogenology.* 1st Ed. D.A. Morrow (Ed). W.B. Saunders Co. Philadelphia. 1980; p 251.

Parte 3: Jorge Eseverri

Albaikide S.A.

Afortunada o desafortunadamente trabajamos con la especie doméstica que presenta mayor número de distocias y aunque la cesárea es a día de hoy una intervención habitual en la clínica rural, no por eso deja de ser la intervención más importante de las que se realizan en en el campo, ni deja de estar exenta de riesgos ni de complicaciones.

Sobre un censo de unas 4.500 vacas de carne, de las cuales un 75% son de la raza Pirenaica, el 15 % de raza blonda de Aquitania y el resto cruces de éstas con otras como la frisona, limusina, blanca azul belga, parda alpina, etc., atiendo anualmente un promedio de 240 partos, realizando unas 60 cesáreas de media, lo que viene a suponer un porcentaje menor al 2% sobre el total de la población y un 25% de los partos asistidos. Este dato que se ha mantenido en los últimos años (2009 un 26,8%, 2010 un 22,7%, 2011 un 24,8%, 2012 un 28,4%, 2013 un 26,5%), radica principalmente en el buen manejo y atención de los partos por parte de los ganaderos, que hace que cuando reclaman ayuda veterinaria la distocia es grave en un gran porcentaje de ellos.

De estos datos podemos deducir en primer lugar que con una casuística general tan baja en comparación con otras razas, tanto el ganadero como nosotros veterinarios contemplamos la cesárea como la última medida a adoptar en caso de distocia, habiendo realizado en la mayoría de las ocasiones, antes de tomar esta decisión, una manipulación e incluso alguna tentativa de extracción forzosa. Deberemos tener en cuenta que todas estas maniobras conllevan unas consecuencias más o menos graves, en función del tiempo transcurrido desde la rotura de las bolsas amniótica y alantoidea, en el estado general de la vaca, en la viabilidad del ternero, en el grado de contractibilidad del útero, así como en el grado de contaminación de su contenido. En segundo lugar, es que dada esta baja incidencia nos encontramos con que ni el ganadero ni las explotaciones están preparados para este tipo de cirugías en lo referente a la falta de un lugar apropiado, limpio, iluminado, en donde podamos sujetar la vaca en unas condiciones mínimas de seguridad para los asistentes y por la falta de ayuda, de ahí que todo ello nos condicione a la hora de tomar determinadas decisiones en aspectos como la contención de la vaca, el tipo de anestesia a usar, el abordaje, etc., que si bien no son los más recomendables teóricamente, sí lo son desde un punto de vista práctico y eficaz.

A lo largo de estos últimos quince años se aprecia un notable descenso en la asistencia a partos y en consecuencia en el número de cesáreas realizadas sobre una población que se mantiene más o menos invariable en cuanto al censo. Factores como una mayor profesionalización del ganadero capaz de resolver determinadas distocias, un mayor control de los toros en monta natural y un control reproductivo más exhaustivo nos han permitido reducir estos datos. Sin embargo, sigue habiendo una fuerte estacionalidad, siendo los meses de primavera en los que más casos de cesáreas se ven, en su mayoría debidas a desproporciones fetopélvicas en novillas (más por un escaso desarrollo de éstas que por un excesivo tamaño del ternero). Ocurre lo mismo en vacas multíparas, aunque en este grupo hay otras causas como torsiones uterinas, dilataciones incompletas de cuello, malas presentaciones, terneros enfisematosos, etc. que se presentan con frecuencia.

Personalmente considero la cesárea como la primera e incluso la única opción ante un caso de distocia imposible de solucionar vía vaginal, sea cual sea la causa de ésta, dejando la fetotomía para casos muy concretos (fetotomía parcial). En mi opinión encuentro esta técnica muy laboriosa, compleja e incluso arriesgada. Los criterios que seguimos para decidir cesárea o no, son, principalmente una anamnesis completa (número de parto de la vaca, tiempo que lleva cumplida, información del toro, tiempo que ha transcurrido desde el inicio del parto o desde la rotura de las bolsas, manipulación del feto e intentos de extracción forzada,...) y evidentemente una exploración vaginal. En muchas ocasiones y según qué ganaderos y qué distocias, se sabe de antemano que es muy probable que tengamos que hacer cesárea.

Desde el momento que decido hacer la cesárea no dejo de tener siempre presente que la condición imprescindible para conseguir un buen resultado final es que debo exteriorizar correctamente el útero. Entiendo por una buena exteriorización uterina que sea, en primer lugar, suficiente para permitirme realizar una incisión sobre la curvatura mayor en la medida justa, evitando hemorragias y desgarros en la extracción del feto; en segundo lugar debe ser atraumática, para evitar provocar lesiones en asas intestinales o en el mismo útero a la hora de manipularlo; y en tercer lugar, rápida. Aquí, la rapidez será indicador de que no ha habido ningún contratiempo ni complicación. Así pues, cualquier imprevisto que nos podamos encontrar, ya sea antes o durante la intervención y que nos dificulte su exteriorización correcta, tendrá

consecuencias más o menos graves a corto o largo plazo.

En la práctica totalidad de las cesáreas, realizo un abordaje por la fosa paralumbar izquierda, ya sea con la vaca en decúbito (70%) o con ésta en la estación (30%). Dado el carácter de estas razas y la ayuda de la que se dispone habitualmente prefiero realizarla tumbada ya que me asegura su inmovilización completa y de este modo trabajar con más seguridad, rapidez y eficacia. Para ello, utilizo un plano de analgesia y sedación más profundos que en el caso que hiciese la cesárea en la estación. Además, el uso de la anestesia epidural es habitual en esta posición para evitar tanto los esfuerzos de expulsión como el prolapso de rumen. En cuanto a la contención física de la vaca, a ésta se le ata los brazos y la cabeza corta, tensa y estirada, mientras que las patas las ato de modo que no queden excesivamente tirantes para evitar tensiones en la zona más distal de la incisión.

Motivos como su eficacia en vacas, precio, facilidad de administración y mantenimiento del plano anestésico, hacen que los agonistas alpha2 adrenérgicos (concretamente la xilacina) sean los productos de elección a la hora de conseguir una sedación que nos permitan trabajar con seguridad y aporten un nivel de analgesia suficiente en la vaca. Sin embargo, debemos tener en cuenta los inconvenientes de este grupo de moléculas sobre el miometrio, produciendo una mayor contracción, a la vez que también afectan al ternero provocando una depresión cardiorrespiratoria en un animal que en muchas ocasiones ya se encuentra en fase de sufrimiento, hipoxia y acidosis. También hay que tener en cuenta que si deseamos hacer la cesárea en la estación estos productos nos inducirán ataxia dosis dependiente. Ya sea por estos inconvenientes o porque deseemos otro tipo de bloqueo según las condiciones en las que vamos a realizar la cesárea, podríamos tener en cuenta ciertas combinaciones anestésicas a base de agonistas alpha2 adrenérgicos, disociativos (una baja dosis de ketamina produce un aumento en la cooperación del paciente sin que tenga efectos indeseados) y/u opiáceos (butorfanol) lo que nos aportaría una muy buena analgesia y sedación.

Como ocurre a menudo, el ternero ya se encuentra en el canal del parto cuando iniciamos la cesárea, por lo que necesitaremos aplicar una anestesia epidural para eliminar los esfuerzos abdominales que provocarían prolapso ruminal y de asas intestinales. Aquí también hay descritas varias posibilidades. Lo más habitual es utilizar un anestésico local (xilocaína y procaína, 5-15 cc.) lo que también inducirá ataxia y dificultará que la vaca se mantenga en la estación. Otra posibilidad es el uso de la xilacina epidural (1,5-2 cc.) produciendo un efecto a la vez sedante y analgésico sin que produzca ataxia en la mayoría de los casos, salvo que también hayamos usado sedación vía parenteral. Los inconvenientes de esta segunda opción son los mismos de su uso vía parenteral y que además tarda unos 20 min. en hacer efecto.

Previo a la administración del anestésico local, procedo a la preparación del campo quirúrgico, para ello hago un primer lavado y afeitado del área desde la última costilla hasta la tuberosidad coxal, pósteriormente otro lavado con iodo jabonoso, aclarado y secado incluso de los pelos que rodean el campo y un tercer lavado con iodo y una solución de clorhexidina o alcohol.

Como anestésico local uso normalmente la xilocaína con adrenalina. La potencia de ésta y su rapidez de acción en comparación con la procaína hace que la zona se bloquee antes y durante más tiempo (150 minutos vs. 30 minutos), además la adrenalina prolongará este tiempo de acción. Utilizo la anestesia en L invertida lo más alejada posible de la incisión para evitar el efecto isquémico que la adrenalina provocaría sobre la herida dificultando su cicatrización. En estas razas de vacas de carne la zona paravertebral esta tan musculada que se hace difícil aplicar el anestésico por vía paravertebral con total eficacia, aunque con ésta se conseguiría un bloqueo mas homogéneo del flanco, una mejor relajación muscular y se evitaría el efecto isquémico de la adrenalina así como la formación de hematomas y seromas que dificultarán el cierre y la cicatrización pósterior.

Por otra parte, considero imprescindible el uso de un relajante uterino. Puesto que como ya he dicho, la mayoría de las veces la vaca ya se encuentra en una fase avanzada del parto cuando iniciamos la intervención, esto hace que el útero esté fuertemente contraído lo que nos va a dificultar su manipulación. Entre las alternativas al Duphaspasmin (Isoxuprina), nos encontramos tres posibilidades. Dos de ellas están descritas en la bibliografía pero desconozco los resultados de su uso. Por un lado, la administración vía intravenosa de 10 ml de una solución de epinefrina 1:1000 aplicada 10 minutos antes del inicio y por otro lado el uso de otro relajante del grupo agonista β2 adrenérgico como es la ritodrina. Una tercera posibilidad es el uso del clembuterol (*Spasmobronchal*) a dosis de 10-15 cc por vaca vía intravenosa lo que nos asegura una muy buena relajación del miometrio, incluso más potente y rápida que la producida por la isoxuprina. A pesar de las controversias que puede generar su uso por la falta de registro en España, entiendo que es la opción más lógica al estar registrado en otros países de la UE. (*Planipart*) para esta misma indicación con un periodo de supresión en carne de 6 días y de 5 en leche.

Como ya he dicho, el abordaje lo realizo por la fosa paralumbar izquierda, salvo en rarísimas ocasiones que accedo por la derecha, como en torsiones en las que el ternero se encuentra al lado derecho y su acceso es más rápido y fácil desde ese lado. Otro caso especial sería el de los terneros enfisematosos, casos en los que el abordaje lo realizo con la vaca en la estación si ésta aguanta y por el lado izquierdo, aunque más a caudal y baja que de costumbre para acceder más fácil al cuerno grávido y evitar que los líquidos caigan en el abdomen.

En general, al realizar la cesárea con la vaca en decúbito tengo que trocarizar el rumen cuando entro en peritoneo para evitar que este se timpanice y se prolapse. Si el ternero viene en presentación anterior no suele ser mayor problema su exteriorización, sin embargo, si la presentación es pósterior, el riesgo de causar lesiones en la pared uterina es mucho mayor tanto a la hora de traccionar del cuerno grávido, como al sacar la cabeza pudiendo provocar algún desgarro. Otra presentación relativamente frecuente (25-30%) es que el ternero se nos presente rotado sobre su eje longitudinal y las extremidades se encuentre en el lado opuesto a la incisión, por lo que habrá que desrotarlo en el sentido de las agujas del reloj.

Al extraer el ternero, sujeto el cordón umbilical a unos 10 cm de su nacimiento a fin de orientar su ruptura en ese punto, evitando así que quede demasiado corto o incluso arrancado desde su base. Otro punto a tener en cuenta en este momento es que conviene evitar que los líquidos uterinos viertan en el interior del abdomen. En caso de que el ternero esté vivo y la cesárea se haya iniciado antes de la ruptura del saco amniótico no habría problema puesto que estos no serán contaminantes, pero en la mayoría de las ocasiones no se da esta segunda condición.

Antes de suturar el útero, expongo y fijo el cuerno grávido y retiro las membranas fetales en la medida posible. La sutura ideal sería una sutura simple tipo Cushing modificada con material sintético monofilamento y reabsorbible (polidioxanona, poligliconato) USP 1 realizada con una aguja atraumática incorporada dejando los dos únicos nudos escondidos en la sutura. Para tener garantías suficientes de que una sutura simple no va a fracasar se deben dar al menos estas cuatro condiciones: el ternero debe nacer vivo, la cesárea hay que comenzarla antes de la ruptura del saco

amniótico, no haber provocado ningún desgarro de la pared uterina al sacar el ternero y que tras su extracción el aspecto del útero sea optimo en cuanto a elasticidad e integridad. A favor del monofilamento están su baja capilaridad y que apenas produce reacciones adversas en el tejido a la vez que no produce el denpminado efecto sierra de los multifilamentos, sin embargo, su manejo es muy complicado por la memoria que tienen y la seguridad de los nudos es baja, de ahí que el ácido poliglicólico (sintético multifilamento) sea una alternativa perfectamente eficaz y práctica. Tanto el monofilamento como el multifilamento nos ofrecen una resistencia suficiente (56 y 28 días, respectivamente). En cualquier caso y si lo comparamos con el catgut, el hilo multifilamento el día 15 de su aplicación tiene la misma resistencia que el catgut el día 0 de su implantación, además, el tiempo de degradación del material sintético es menos variable que el del catgut que va a depender de las condiciones uterinas.

Al realizar la sutura en el útero deberíamos evitar que quede material expuesto, reduciendo así el riesgo de formación de adherencias, las cuales son más frecuentes en los nudos, de ahí que conviene ocultarlos realizando un nudo que quede inmerso en la sutura. Con la sutura de Cushing modificada se emplea menos material que con la sutura de Lembert y otro punto a su favor es que su aplicación requiere menos tiempo y por tanto menos manipulación y contaminación.

Previo al cierre de la cavidad abdominal conviene retirar los coágulos de sangre, comprobar la estanqueidad de la sutura y administrar un antibiótico intraperitoneal. A continuación, el cierre de la cavidad abdominal lo realizo en tres o cuatro capas en función de si se trata de una novilla o una vaca. En el caso de las primeras, suturo peritoneo, músculo transverso y músculo oblicuo interno en una misma sutura, mientras que en el caso de la vacas multíparas el músculo oblicuo interno lo suturo por separado. El músculo oblicuo externo siempre por separado cogiendo en cada punto la capa muscular más profunda para evitar la formación de espacios muertos y seromas. La sutura de estas capas musculares y el peritoneo lo hago con material sintético multifilamento reabsorbible (ácido poliglicólico USP 6) con una sutura continua entrelazada y con aguja cadavérica. Por último y antes de suturar la piel, aproximo el plano subcutáneo a fin de reducir tensión a la sutura de la piel. Para finalizar, la sutura de la piel la hago con material sintético no reabsorbible (poliamida) USP 6 en sutura continua entrelazada con aguja cadavérica.

Ya como punto final a la cesárea siempre aplico un mismo tratamiento. Además de la antibioterapia vía parenteral, administro ergometrina (*Hemogen*; 4mg-frasco de 10ml con la finalidad de estimular las contracciones uterinas que me controlen posibles puntos de hemorragia. En casos de hemorragia severa, ya sea en cesáreas o no, utilizo una dosis de 2 mg vía intravenosa y pósteriores administraciones de la misma dosis hasta que considere necesario) o 50 UI de oxitocina. El efecto de la ergometrina es más potente que el de la oxitocina y se prolonga durante más tiempo (hasta seis horas). Cuando usábamos el *Duphaspasmin* como relajante uterino, estos productos de acción oxitócica contrarrestaban el efecto relajante de la isoxuprina.

Tengo por costumbre realizar al menos tres visitas en el postoperatorio. La primera de ellas a las 24-36 horas en la que valoro el estado general de la vaca (fiebre, dolor, falta de apetito, etc.), pero sobre todo para comprobar que la placenta haya sido completamente expulsada (si no es así, procedo siempre a la extracción manual de los restos fácilmente extraíbles). En esta primera visita aplico terramicina intrauterina y valoro algún posible cambio en el tratamiento aplicado el primer día. En una segunda visita, aproximadamente hacia el día diez tras la cirugía, vuelvo a valorar el estado general de la vaca y presto especial atención al aspecto de las secreciones uterinas y al de la herida. En esta visita aplico una prostaglandina con el fin de acelerar la involución uterina. Pasados los veinte días de la cirugía realizo una tercera visita en la que me centro en valorar la involución uterina (que ya es completa en el 90% de los casos), la formación de adherencias (aunque muchas de las que detecto por palpación en este momento, desaparecen pasados tres meses de la cirugía). En esta visita realizo un lavado uterino. Creo que es fundamental realizar un seguimiento del postoperatorio para poder reorientar el tratamiento en caso de complicaciones acortando así el periodo de involución uterina y minimizando la contaminación del medio uterino.

Si bien he dicho al principio que consideraba fundamental una buena exteriorización del útero para evitar complicaciones, no menos importante es que la vaca expulse la placenta, aunque esto no depende en absoluto de nosotros. De modo que estos serían, a mi entender, los dos puntos más críticos de los que dependerán las posibles complicaciones que nos encontremos ya sea a corto o a largo plazo tras la cirugía.

La complicación postoperatoria que nos encontramos con mayor frecuencia y que tiene peor pronóstico es sin duda la peritonitis, siendo la causa más habitual de muerte de una vaca tras la cesárea pasados unos días de esta. La causa la podemos encontrar en cualquier fase del parto, desde la manipulación previa a la cirugía hasta, como ya he dicho, en una mala exteriorización del útero o por una retención placentaria. Por otro lado, también es muy habitual la formación de adherencias entre el útero y estructuras adyacentes que nos encontramos en las exploraciones posquirúrgicas. Aunque estas no suponen riesgo para la vida de la vaca, pueden comprometer su eficacia reproductiva. Tan sólo podremos prevenir su formación si manipulamos cuidadosamente los tejidos, evitamos puntos de hemorragias y hacemos una buena hemostasia, somos cuidadosos con la asepsia, realizamos unas suturas que sean herméticas pero no excesivamente tensas, no dejamos materiales de sutura expuestos, etc.

En conclusión, si consideramos como un éxito que la vaca vuelva a quedarse preñada, podemos decir que en un porcentaje elevado de casos (60-80%) lo conseguimos. Ahora bien, es normal que el periodo entre partos se prolongue por el aumento en el número de cubriciones necesarias para conseguir la gestación, así como que el riesgo de aborto en estas vacas sea mayor. También es verdad, que la fertilidad no se verá tan afectada si en la cesárea obtenemos un ternero vivo., resultado que aproximadamente tendremos en un 50% de los casos (datos empíricos, no contrastados).

Parte 4 (English): Iris Kolkman

DVM, PhD, Dip. ECBHM, Bovine specialist, Veterinary clinic A7 Noord Dierenartsen, Holanda

Indication and contraindications for the caesarean section, fetotomy and other alternatives

Indication Caesarean section/Fetotomy

- Foetal side
  - Oversize of the (living) calf
    - ◊ by muscular hypertrophy such as Belgian Blue (BB)
    - ◊ prolonged gestation
    - ◊ inappropriate crossbreeding
    - ◊ premature breeding of (dairy) heifers
  - Problems with the presentation of the calf
  - Foetal malformation

- Maternal side
  - Narrow birth canal (relatively oversized calf)
  - Presence of an irreducible uterine torsion
  - Incomplete cervical dilatation
  - Uterine rupture
  - Fracture of pelvis
  - Tumour of vagina/cervix or uterus

Decision for CS or Fetotomy = Depending on the anamnesis

- Herd: dairy/beef/mixed
- Farmer
  - calm
  - nervous
  - skilled or not
- Circumstances
  - BB/ crossbred/ dairy/ embryo
  - is the calf due, abortion, prolonged gestation
- Parturition
  - planned (T), expected or surprised
  - short/ long/ very long

The Belgian situation => more programmed cesarean

- In Belgium, only few ethical objections exist against the CS in the DM-BB breed. The operation is generally performed by well-educated and trained veterinarians and farmers in our country are skilled in detecting parturition at an early stage. Most farms are very well equipped for this kind of surgery (CS-box in a specially designed calving area). The animals of the BB breed have a very docile character and thus are very suitable for the standard procedure of this operation. The distances to the farm are short, the winters are mild not hampering accessibility of the herds. Currently, almost 50% of all Belgian farmers own at least one DM-BB cow and a Belgian bovine veterinarian performs on average 500 to 1000 CSs per year.
- Although the caesarean section is performed in a more programmed way it is not induced. As the promodori in this breed are not explicit, the temperature method is commonly used and the animals are closely observed every two hours, even at night. In the day before parturition, the cow will normally experience a drop in temperature of about 0.5 – 1.5° Celsius. Most of the animals are still standing at the time the veterinarian arrived at the farm suggesting that the majority of the DM-BB animals were in labour for a shorter period of time before the start of the operation. Also, in BB cows the amniotic sac is most often still intact and foetal parts were not present in the birth canal upon vaginal examination. Epidural anaesthesia is used less frequently in DM-BB animals, probably because of the absence of severe straining due to the relatively early stage of parturition in which the surgery was done in these animals.
- The average death rate within a week after CS in dairy cows, typically operated at a very late stage, is reported to vary between 1.5% (Barkema *et al.*, 1992) and 14% (Boucard *et al.*, 1994), which is much higher than in the majority of DM-BB (0.2%). DM-BB cows typically are protected from suffering from a severe during surgery because surgery in these cows is performed at an early stage and due to the fact that farmers breeding the DM-BB breed are highly trained in detecting early parturition. As a result of the latter, the animal is not straining yet, the incision of the abdominal wall is easier, the exteriorization will be less complicated, and there is lesser risk of incision in the wrong place of the uterus.
- In DM-BB cows with an increasing number of previous CSs, an attempt to extract the calf was performed less often. Because of the high economic value of the double-muscled calves and the relatively low charge for a CS, Belgian farmers are not willing to take risks and usually expect their veterinarian to perform a CS in case of any doubt to deliver a live calf. For that same reason, veterinarians will hardly ever carry out an trail extraction when facing a calving DM-BB cow which had previously undergone a CS. Omitting an trail extraction has in this typical situation several advantages such as diminished to no straining during surgery, a lower probability of recumbency during the operation, and a reduced contamination risk of the uterus. The latter is important to avoid complications after surgery such as peritonitis or wound infection (Mijten *et al.*, 1996).
- In animals which had previously calved by CS, more difficulties were encountered during the operation. DM-BB cows were more likely to have skin scar tissue than non BB cows. The occurrence of excessive skin scar tissue and abdominal wall muscular bleeding also increased as result of the increase in the number of CSs. As DM-BB cows generally have 2-3 CS in a life time, one would expect more difficulties in that breed. Still, lower prevalence of severe problems was seen in the DM-BB breed compared to non-BB animals when adjusting for the number of CSs. The combination of operating at an early stage during parturition and the operation being performed by very experienced veterinarians is probably the reason for the excellent results in favour of the BB breed. The surgeon‘s technical skills are mentioned to be among the best preventive factors against difficulties such as problems with exteriorization of the uterus (Mijten *et al.*, 1997).

Management and contention of aggressive animals and downer cows

a. Fixation

- Cow should stand
  - clean and brightly lit place
  - with her right side against the wall/fence/barrier
  - the head is tied to the left => prevention from falling on the wound during the operation







- The tail in tied up to the right hind leg
  - o prevention from contaminating the operation area
  - o not tied to anything else => as it can be torn off when the animal flees



- Aggressive/nervous animals
  - o blind folding
  - o sedation



- Left hind leg can be fastened with a rope to prevent kicking





- Caesarean section box
  - o The easier, the better => if necessary unlocking should be always possible and very easy
  - o Construction
    - ◊ one horizontal bar
      - on +/-70cm from the floor
      - +/-2,5 m long
      - at the end: rope or panic fastener (it must be possible to easily unlock at any moment)
    - ◊ in the front: wide enough (1 m)
    - ◊ at the end: V-shaped
    - ◊ light source: double strip light above the surgeon (left hind leg tied to the right)
    - ◊ floor:
      - not slippery
      - easy to clean

b. Being confronted with an obstetrical case, the veterinarian always starts with the anamnesis, followed by an inspection of the cow and a thorough obstetrical examination by vaginally probing. The latter consists of a vaginal examination during which the vagina, vulva and the uterus are checked for possible injuries. He/she also verifies the dilatation of the cervix and the vagina. Besides that, the viability, the position and the size of the calf (relative to the size of the birth canal) are carefully checked. To ascertain whether the cow can be delivered per viam naturalem, the veterinarian can try to extract the calf. If a normal delivery is impossible or too risky, a CS is indicated.

Vaginal probing

- TRAUMA: examination of the vulva, vagina, cervix and the placenta for possible injuries
- DILATION: dilatation of the vulva, vagina and cervix
- VIABILITY: the viability of the calf (withdrawal, suckle or rectal reflex, umbilical cord)
- PRESENTATION: the presentation of the calf
- SIZE: the size of the calf (relative to the size of the birth canal)

d. Preparation

- (sedation)
- tocolyticum
- epidural anaesthesia
- shaving or clipping
- disinfection
- local anaesthesia
- final disinfection

e. Indications of lying Caesarean Section

- emphysematous calf
- heavily contaminated uterine fluids
- recumbent cow
- aggressive cow

f. Methods lying Caesarean Section

1. flank incision
2. ventrolateral incision
3. incision parallel with the groin pleat (Incision of Merkt)
4. linea alba (median incision)
5. paramedian incision

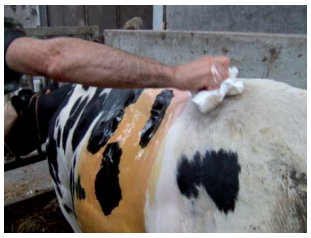


Preparedness of the surgical field

Disinfection

The operation site on the left flank is washed (from 10 cm cranially of the last rib till after the tuber coxae), an ample surgical area is shaved and the area above the transversal vertebrae is thoroughly dried to prevent contamination by moisture that is running down. Subsequently, the region is disinfected with alcohol. After injection of the local anaesthetic, the operation site is rewashed with a disinfecting (iodine) soap, the hair around is dried again and the area is disinfected with alcohol and povidone-iodine solution. If possible, a plastic folio is placed over the crossbeam of the CS box to prevent contamination of the uterus and the suture material.





Type of suture material

- Choice of material
  - natural (catgut): broken down by phagocytosis => a lot of tissue reaction
  - synthetic: broken down by hydrolysis
  - multifilament
    - ◊ braided => cutting effect
    - ◊ capillary effect
  - coated multifilament => less cutting effect
  - monofilament
    - ◊ hard to knot
    - ◊ memory => difficult when suturing
- Materials in the market
  - Monofilament
    - ◊ Poly glycolide-co-caprolactone (Monoswift®)
    - ◊ Polyglecaprone (Monofast®, Monocryl®)
    - ◊ Polyglyconate (Monosyn®, Maxon®)
    - ◊ Polydioxanone (Monodox®, Monoplus®, Surgicryl monofilament®, PDSII®)
  - "Multifilament"
    - ◊ Catgut
    - ◊ Chroomcatgut
  - Multifilament
    - ◊ Polyglycolic acid (Safil®, Surgicryl PGA®, Surgicryl Rapid®)
    - ◊ Polyglactin 910 (Surgicryl 910®, Vicryl®)
- Suturing the uterus
  - the uterus is closed with a synthetic absorbable monofilament using a round needle starting well above the incision and using an inverting pattern without penetration of the wall. We use a single modified Cushing suture pattern paying special attention not to expose any suture material, in particular, the knots.
  - Both the use of the synthetic absorbable monofilament and the single modified Cushing suture pattern are nowadays recommended in order to avoid peri-uterine adhesions optimally. Care is taken not to incorporate the foetal membranes into the suture.
  - When uterine fluids are excessively contaminated or in case there is a risk of leakage, a two-layer closure is indicated. To ensure an adequate inverting closure, the modified Cushing suture is followed by a normal Cushing.
- Suturing the muscles and the skin
  - For all the layers – muscles, subcutaneous tissues and the skin – a synthetically absorbable polyfilament (USP 2) and a cutting needle are currently used.

Anaesthesia and analgesia

- Tocolyticum
  - Clenbuterol
  - Isoxsuprine (not available in Belgium and the Netherlands)
  - Effect on β2 receptors of the myometrium of the uterus
  - Effect is low when uterus is already contacted
- Sedation
  - a2- agonists is used in case of an agitated cow =>
    - ◊ xylazin (0.01-0.016mg/kg IV)
    - ◊ detomidin (0.01-0.08mg/kg IV)
  - activity is low when the animal already is agitated
  - side effects
    - ◊ rumen atony
    - ◊ uterine contractions
    - ◊ effect on the calf
  - butorphanol (no registration for cattle) = opioid activity for pain killing in combination with detomidin (0.05-0.1mg/kg IV)
  - acepromazine (no registration for cattle)
  - phenothiazine
    - ◊ induces vasodilatation => foetal hypoxemia and bleeding
- Epidural Anaesthesia
  - 2ml Procaine 4% + Adrenalin (in Belgium) or 2 ml Lidocaine 2% + Adrenalin (in the Netherlands)
  - S-Co1 or Co1-Co2
  - Advantage
    - ◊ prevention of straining
    - ◊ easier to manipulate the uterus
    - ◊ less risk of straining during extraction calf
    - ◊ less pain during turning of the uterus
    - ◊ paralyses of the tail
  - Disadvantage
    - ◊ extra effort, cost
    - ◊ lying down during CS ?
    - ◊ risk of permanent paralyses (tail, hindquarters)
- Local anaesthesia
  - different techniques
  - line block because it is easy => especially in BB cows
  - disposable material
  - product:
    - ◊ Procaine +/-adrenaline (in Belgium) – Lidocaine 2% (in the Netherlands)
    - ◊ dose:

- 60 to 100 ml
- in +/-8 injections

o others
  ◊ L-block
  ◊ Paravertebral block T13, L1, L2 and L3

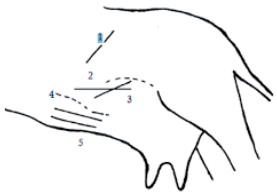
Surgical Approaches

- The choice of the surgical approach mainly depends on the experience of the veterinarian. However, sometimes other factors such as the physical condition of the cow and its calf and the facilities available may be even more determining in deciding the appropriate surgical approach.
- The very first CS were emergency operations and were performed with the cow in the standing position (Mijten 1994). However, after the Second World War, veterinarians preferred the recumbent position which can be explained by the fact that most CS took place in clinics (Mijten 1994). For the past 30 years, the standing flank procedure is favoured, in case no overwhelming uterine contamination is present, and in case the cow is not in the recumbent position. The advantages of the flank procedure are that sedation is only seldom necessary and that the cow is tractable (Andrews *et al.* 2004).
- The flank procedure can be performed at the left or the right side. In general, the left flank procedure is preferred, because surgery on the right side entails a greater risk of eventration of the intestines during the operation and is difficult for righthanded people.
- In case of an emphysematous calf, heavily contaminated uterine fluids, or a recumbent cow, should be performed with the animal in lateral decubitus. In this position, there are different options to open the abdominal cavity:
  o the flank incision, incision along the linea alba (median incision)
  o incision between linea alba and mammary vein (paramedian incision)
  o incision parallel to the groin pleat (incision of Merkt)
  o the **ventro-lateral incision** (de Kruif 2003).
- At the Ghent University, the last technique is preferred, because compared with the linea alba technique there is less risk of postoperative hernia and in comparison with other techniques exteriorization of a contaminated uterus is easier.

Summary

- Normal procedure at the University of Ghent = Left paralumbar
- Left oblique paralumbar
  o only performed whenever there is no space for another left paralumbar incision
- Right paralumbar
  o only performed whenever there is a problem on the left side (for example with previous CS)
  o difficult because of intestines
  o not practical for right hand persons
- Paralumbar in the downer cow
  o not the preference, but done in practice
  o difficulty can be a full rumen with suturing
- Paramedial and medial line in the downer cow
- Ventro lateral in the downer cow
  o Preference at University of Ghent for emphysematous calf or heavily contaminated uterine fluids
  o we don't do it in practice anymore

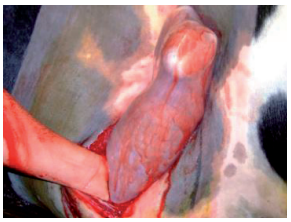
1. flank incision
2. ventrolateral incision
3. incision parallel with the groin pleat (Incision of Merkt)
4. linea alba (median incision)
5. paramedian incision



Surgical technique

- The incision of the skin and dermis runs
  o from approximately 10 cm below the lumbar transverse processes in the mid-paralumbar fossa to 30–45 cm lower
  o situated 5 cm caudally from the most caudal part of the last rib, or 5 cm caudally from the scar of the previous CS
  o the length is depending on
    ◊ the size of the calf
    ◊ the number of previous CS as scar tissue is not elastic
- The subcutaneous tissues, the m. obliquus abdominis externus and m. obliquus abdominis internus are vertically incised one by one with the scalpel. Squirting blood vessels are clamped or sutured. The m. transversus abdominis is cut with tissue scissors or cleaved in the direction of the muscle fibres.
- Then, the peritoneum is lifted with a dissecting forceps to avoid cutting of the underlying rumen and is cut with blunt tissue scissors. The abdominal cavity is opened and the veterinarian can locate the pregnant uterine horn.
- Exteriorization of the calf (anterior presentation)
  o right hand is placed around the claws
  o left hand under the tarsus of the nearest hind leg => the claw can be 'locked' into the dorsal end of the skin incision

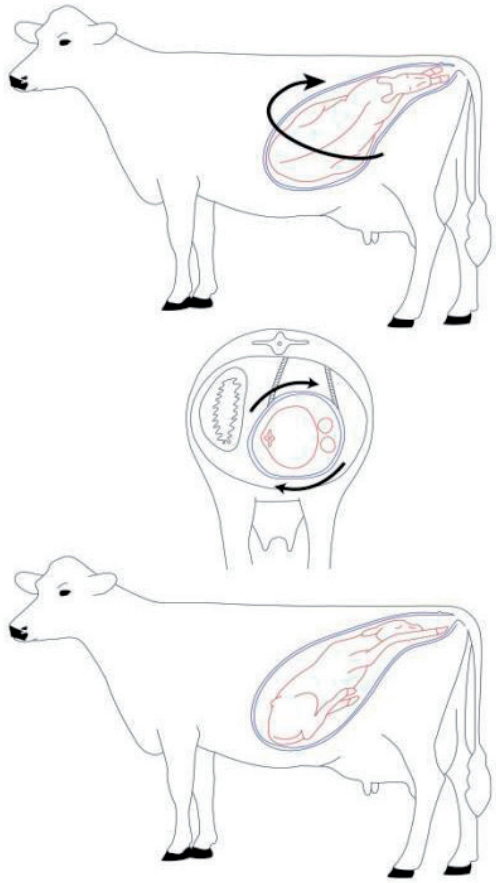




- The procedure is totally different when the calf is in pósterior presentation
  o carefully grasp one front leg through the uterine wall
  o guide it towards the incision site
  o through a small incision in the uterine wall the veterinarian grasps one of the metacarpi
  o Important: one front leg out first before the head and then the other front leg
    ◊ prevent the head from turning backwards and potentially causing a tear in the uterine wall



- When the calf is presented with its back towards the surgeon, in anterior as well as pósterior presentation, the uterus and calf should be turned around their longitudinal axis. the uterus and calf should be turned around their longitudinal axis
  - the left hand and arm under the pregnant uterine horn and pulls the metatarsus/carpus towards him
  - meanwhile the back of the calf is pushed back away with the right hand
  - rotating the uterus around its longitudinal axis
  - twisting the uterus should be done calmly to prevent the cow from falling down



- Sometimes not able to turn the calf
  - adhesions
  - dead calf
  - a very heavy calf in a young heifer
  - incision from the head towards the shoulder of the calf (in great curvature) (“Schuurmannschnitt”)
    - ◊ intra-abdominal => risk for cutting in to other organs
    - ◊ risk for tearing towards the corpus and the cervix => intra-abdominal suturing
    - ◊ thicker wall
- In case of an anterior presentation of the calf, and after rotating the calf, if necessary, the uterus is cut along its major curvature with tissue scissors carefully avoiding cutting the placentomes. The incision should be long enough to avoid uterine tears when pulling out the calf. Too large an incision reaching the cervix should, however, be avoided as this complicates suturing severely.



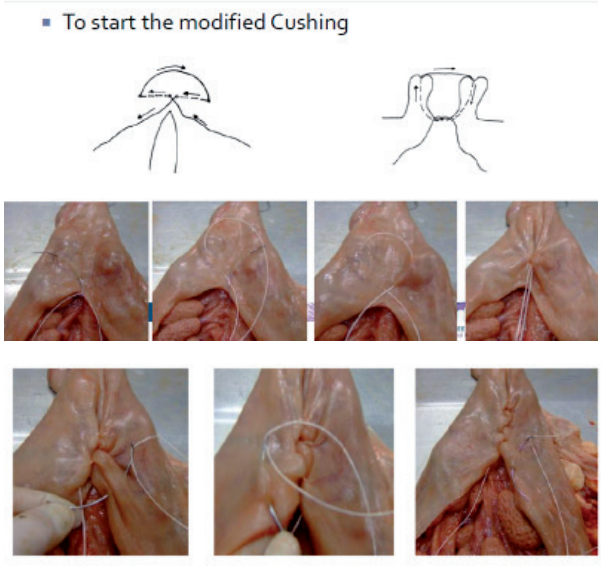


- When dragging the calf out of the uterus, the obstetrician carefully massages the uterus over the hind or forelimbs of the calf in an attempt to prevent the uterus from tearing. Attention is paid to prevent placentomes from being torn off. When lifting the calf out of the uterus, pulling is stopped at the moment both hind limbs and the backside of the calf are delivered. At the same time, the veterinarian grips the umbilicus 10 cm from its base by his left hand. While this hand strongly holds the umbilicus, the amnion sheet is torn towards the calf.





- After exteriorization of the calf
  - check for second calf
  - check for bleeding in de uterine wall
  - check for cut/ripped off caruncles
- Suturing the uterus
  - round needle => less traumatic
  - technique
    - ◊ modified Cushing (inverting)
    - ◊ (normal Cushing, Lembert)
  - only healthy uterine wall
  - serosa against serosa inversion
  - in case of perpendicular tears => risk for leakage



in case of perpendicular tears => risk for leakage

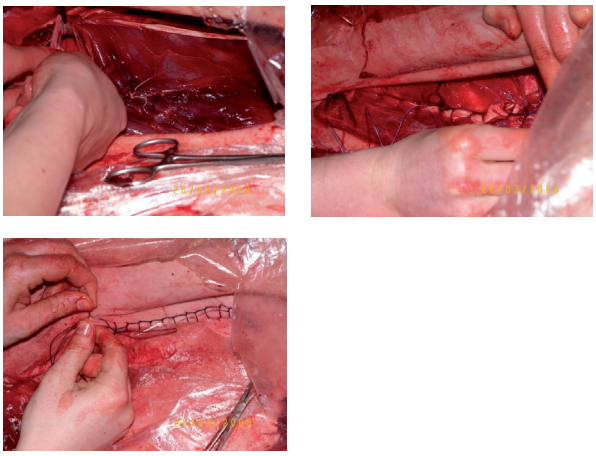
- The technique of the modified Cushing suture pattern to close the uterus has been described (Frazer and Perkins 1995; de Kruif 2003; Andrews et al. 2004), but other techniques such as the Lembert suture (Cattel and Dobson 1990; Dawson and Murray 1992) or a simple continuous pattern can also be considered. Some authors advise using the double layer of the uterus at all times (Dawson and Murray 1992; Busch 1993) whereas others believe this is only necessary in case of a contaminated uterus and/or a dead calf (Wolfe and Baird 1993; Mijten 1994), as we do.
- Flushing the uterus or abdominal cavity
  - in case of a dead and/or infected calf
  - with physiological solution or clean water
  - do not wipe off the uterus with tampons => irritation of the serosa and risk of adhesions
- Removal of the blood clots from the abdominal cavity
  - waste of effort?
  - irritation of the peritoneum
- Suturing of muscles and peritoneum



  - Heifer
    - ◊ peritoneum+ m. transversus+ m. internus
    - ◊ m. externus
  - Cow
    - ◊ peritoneum + m. transversus
    - ◊ m. internus
    - ◊ m. externus
  - Technique
    - ◊ good apposition (check apposition of the peritoneum suture with fingers inside)
    - ◊ no dead space between layers
- Dawson and Murray (1992), Frazer and Perkins (1995) and Newman and Anderson (2005) advise closing the peritoneum and the m. transversus abdominis together and the two oblique muscle layers together using one single, continuous layer. Interrupted sutures can also be used (Cattel and Dobson 1990). To prevent the incidence of seroma, some postulate that it is better to include the underlying layer in every second or third stitch of the suture (Hoeben *et al.* 1997).
- Subcutaneous tissue => mattress suture
- Skin =>continuous suture with or without interlocking
- Quality of suturing material => important for scar tissue
  - reaction: synthetic < natural material
  - resorbable material < non resorbable material

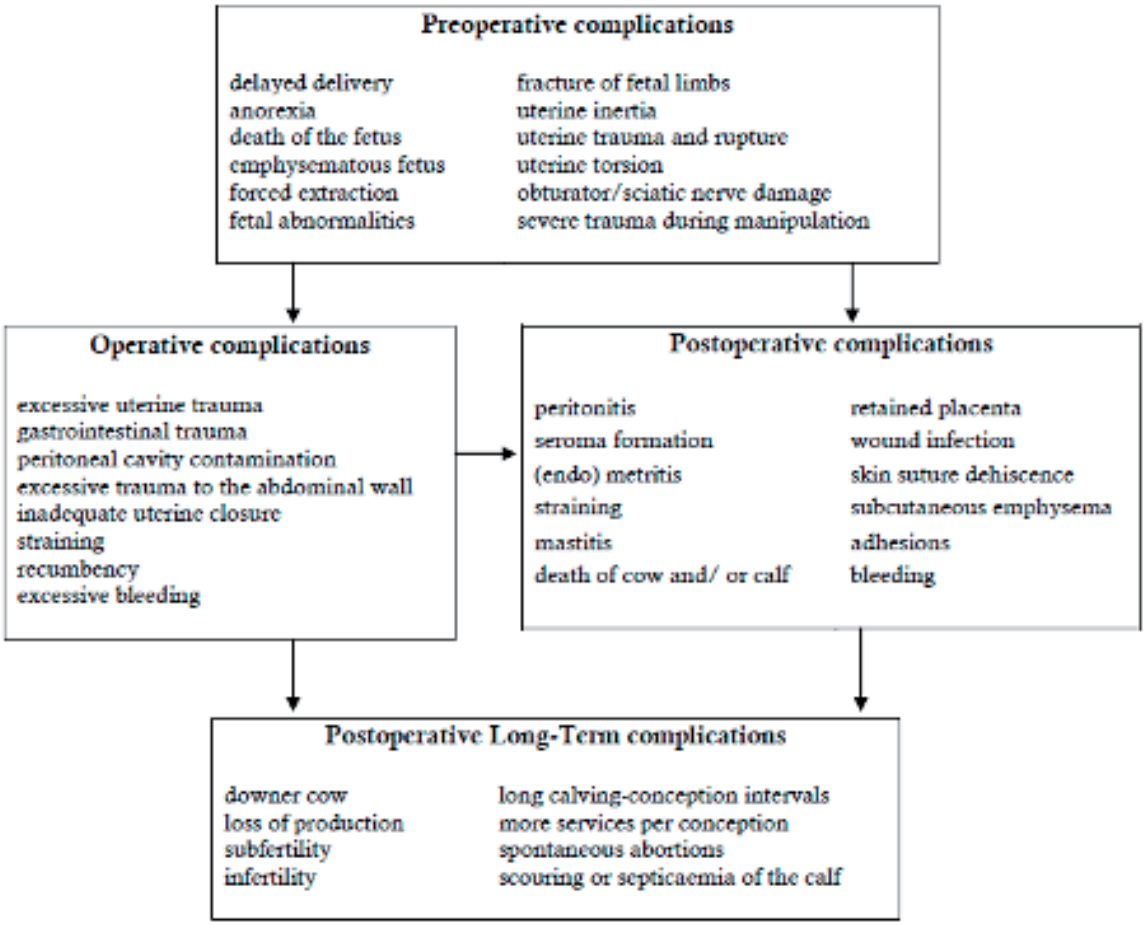
Suturing muscles in downer cows

- The peritoneum and m. transversus separately from the other muscles with continuous suture with resorbable material
- The groan plates of the m. internus and m. externus => interlocking on various length from the incision with non resorbable material
- Subcutaneous tissue twice/double to cover up the non resorbable material of the previous suture => to prevent fistula to occur
- Skin normally with continuous suture with interlocking



Complications and alternatives

- Very big and/or malformation foetus
  - it is not always strength that matters => good technique can help with a big foetus
  - malformation => depending on which kind of malformation and the space for fetotomy (small BB heifer compare to big HF cow)
- Uterine torsion (trying to solve the torsion before or not?)
  - if not possible to solve the torsion and the calve is alive => CS
  - if not possible to solve the torsion and the calve is dead => if possible turn the cow and then try to dilate the cervix
  - if fetotomy is not possible => CS
- Emphysematous foetus and friable uterus
  - fetotomy if possible
  - CS is necessary => lying CS or CS with two surgeons
  - if necessary => amputation of the uterus
- Adherences prevention
  - good chirurgical practice



- good suture material
- hygiene

- Hydrops/Twins/ hydroallantoïs
  - heifer/cow weak
  - poor condition
  - dehydration first via infusion or drenching
- Peritonitis
  - Most of the complications following CS in cattle are the result of infections. Bacteria responsible for these infections can be exogenous or endogenous. The latter are bacteria originating from contamination of the uterine content with endogenous vaginal flora, and it was seen that as soon as the amniotic sac was broken before the obstetrical examination the total number of bacteria in the uterine fluid was higher compared to when the amniotic sac was still closed (Mijten *et al.*, 1997). As a result the abdomen, the wound and/or the uterus are at a higher risk to be infected. Spillage of uterine contents into the abdomen does not necessary lead to peritonitis. The latter only occurs when the clearance capacity of the abdomen is exceeded or when the uterine fluid is too contaminated. Normal clearance consists of the uptake of bacteria by the lymphatic system, by phagocytosis of the bacteria by leucocytes or by the isolation of the infection by adhesion formation (Mijten, 1994). Exceeding the capacity of this system leads to clinical symptoms due to the immune system of the animal.
  - Peritonitis can occur by contamination before, during and after the operation. In case of a uterine tear, contaminated uterine fluids can be present in the abdomen before the surgical procedure has started and already cause peritonitis (Vandeplassche, 1963; Dehghani and Ferguson, 1982). The extent of the endogenous infection depends on the amount of uterine fluids spilling in the abdomen on the one hand and on the sum of bacteria present in this uterine fluid on the other hand (Mijten, 1994). The odds to develop peritonitis were estimated to be twice higher when the uterus was not exteriorized before incision (Newman, 2008). Impairment of uterine involution due to e.g. a uterine torsion or retained placenta together with a break of the suture material can lead to excessive leakage in the abdomen (Sol *et al.*, 1993). The peritonitis incidence rate was 5% in study of Mijten (1994), 10.5% in study of Hoeben *et al.* (1997) and 7.8% in a study of Newman (2008).

Postsurgical period

- Antibiotic therapy
  - CS with complications or risk of contamination
    - ◊ cow fall down during CS
    - ◊ cow kicks a lot during CS
    - ◊ dead (fresh) calf
    - ◊ abortion/early birth
  - It is better to prevent than to treat curatively

- Normally
  - ◊ penicillin (12 000 IU/ kg)
- In case of excessive contamination of the abdominal cavity, a broad spectrum antibiotic is used (usually a combination of penicillin and neomycin).
- Oxytetracycline (6.6 - 11 mg/kg per 24 hours intravenously [IV], IM or subcutaneously [SC] for 3 - 5 days) or ceftiofur hydrochloride/sodium (1.1 - 2.2 mg/kg per 24 hours IV, IM or SC for 3 - 5 days) are also described for postoperative antibiotic treatment.
- Florfenicol (20 mg/kg IM per 48 hours or 40 mg/kg SC per 96 hours) can also be used (Newman, 2008).
- In case of marginal preoperative and operative complications, the use of penicillin G procaine (IM) is used in dairy cows and oxytetracycline (SC) in beef cows (Newman, 2008). When complications are severe and risk for peritonitis is substantial, oxytetracycline (20mg/kg IV per 24 hours) should be administered for a longer period (5 - 7 days; Newman, 2008).

- Other treatments
  - A non-steroidal anti-inflammatory medication (flunixin meglumine or ketoprofen) can be used to provide postoperative analgesia (Newman, 2008).
  - Study with meloxicam => cows that received meloxicam spent more time lying down compared to cows that received a placebo (0.5mg/kg)
- Electrolytic therapy
  - Necessary with hydrops/hydroallantois
  - In other cases
  - With ear infusion or drenching
- Drainages
  - Necessary with seroma/abscess
  - Better prevent than treat

TRADUCCIÓN AL CASTELLANO PARTE 4 ▼

Indicaciones y contraindicaciones de la cesárea, la fetotomía y otras alternativas

a. Indicación para la cesárea/fetotomía

- Origen fetal
  - Excesivo tamaño del ternero (vivo)
    - ◊ Por hipertrofia muscular como en la raza Azul Belga (AB)
    - ◊ Gestación prolongada
    - ◊ Cruces inapropiados
    - ◊ Gestación prematura en novillas (lecheras)
  - Problemas con la presentación del ternero
  - Malformación fetal
- Origen maternal
  - Canal de parto estrecho (ternero relativamente grande)
  - Presencia de una torsión uterina imposible de resolver
  - Dilatación cervical insuficiente
  - Rotura uterina
  - Fractura de pelvis
  - Tumor de vagina, cérvix o útero

b. Decisión entre cesárea o fetotomía = depende de la anamnesis

- Rebaño: lechero/de carne/mixto
- Ganadero
  - tranquilo
  - nervioso
  - Con conocimientos o no
- Circunstancias
  - AB/ cruce/ de leche/ embrión
  - Ternero esperado, aborto, gestación prolongada
- Parto
  - previsto (T), esperado o inesperado
  - corto/ largo/ muy largo

La situación de Bélgica => más cesáreas programadas

- En Bélgica, existen solamente unas pocas objeciones éticas a la cesárea en la raza de Doble Grupa Azul Belga (DG-AB). La operación la realizan normalmente veterinarios y ganaderos bien formados y entrenados en nuestro país, expertos en la detección del parto en una etapa temprana. La mayoría de las granjas está muy bien equipadas para este tipo de cirugía (potro de cesáreas en una zona especialmente diseñada para partos). Los animales de la raza AB tienen un carácter muy dócil y, por tanto, son muy adecuados para el procedimiento estándar de esta operación. Las distancias a la granja son cortas, los inviernos son suaves, sin obstaculizar el acceso de los rebaños. Actualmente, casi el 50% de ganaderos belgas poseen al menos una vaca DG-AB y un veterinario belga de vacuno realiza entre 500 y 1000 cesáreas de media al año.
- Aunque la cesárea se realiza de una manera más frecuentemente programada, no se induce. Como los pródromos en esta raza no son explícitos, se utiliza normalmente el método de la temperatura y los animales son observados de cerca cada dos horas, incluso, de noche. El día anterior al parto, la vaca normalmente tendrá una bajada de temperatura de aproximadamente 0,5–1,5ºC. La mayor parte de los animales siguen en pie en el momento en el que el veterinario llega a la granja, lo que sugiere que la mayoría de los animales DG-AB estuvieron de parto durante un periodo más corto antes del comienzo de la operación. Además, en las vacas AB, el saco amniótico normalmente sigue estando intacto y no hay presencia de partes del feto en el canal de parto en la exploración vaginal. La anestesia epidural se utiliza menos frecuentemente en animales DG-AB, probablemente, por la ausencia de un gran esfuerzo debido a la etapa relativamente temprana del parto en la que se realiza la cirugía en estos animales.
- La tasa media de muerte en la semana después de una cesárea en vacas lecheras, operadas normalmente en una etapa muy tardía, puede variar entre 1,5% (Barkema et al., 1992) y 14% (Boucard et al., 1994), que es mucho más alta que en la mayoría de las DG-AB (0,2%). Las DG-AB, generalmente, están protegidas de sufrir problemas graves durante la cirugía porque la operación en estas vacas se realiza en una etapa temprana y debido al hecho de que los ganaderos que crían la raza DG-AB están muy bien entrenados en la detección temprana de los partos. Como resultado de esto último, el animal no está haciendo fuerza aún (contracciones), la incisión en la pared abdominal es más fácil, la exteriorización será menos complicada y hay un menor riesgo de hacer una incisión en el lado equivocado del útero.

- En vacas DG-AB con un número creciente de cesáreas previas, el intento de extraer el ternero se hace menos a menudo. Debido al alto valor económico de los terneros de doble grupa y el coste relativamente bajo de la cesárea, los ganaderos belgas no están dispuestos a correr riesgos y normalmente esperan que su veterinario realice una cesárea en caso de cualquier duda o peligro para el ternero. Por esa misma razón, los veterinarios casi nunca llevan a cabo extracciones forzadas cuando se enfrentan a un parto de una vaca DG-AB que ha sido sometida previamente a una cesárea. La omisión de la extracción forzada tiene, en esta situación típica, varias ventajas, como un esfuerzo disminuido o inexistente durante la cirugía, una menor probabilidad de decúbito durante la operación y un menor riesgo de contaminación del útero. Esto último es muy importante para evitar complicaciones postquirúrgicas, como peritonitis o infección de la herida (Mijten *et al.*, 1996).
- En los animales que habían tenido previamente partos por cesárea, se encontraron más dificultades durante la operación. Las vacas DG-AB eran más propensas a tener tejido cicatricial en la piel que las vacas que no eran AB. La presencia de excesivo tejido cicatricial en la piel y sangrado muscular en la pared abdominal también aumentó como resultado del incremento en el número de cesáreas. Como las vacas DG-AB normalmente tienen 2-3 cesáreas a lo largo de su vida, uno puede esperar más dificultades en esta raza. Aún así, se ha visto una menor prevalencia de problemas graves en la raza DG-AB en comparación con los animales que no son AB cuando se ajustan por el número de cesáreas. La combinación de operar en una etapa temprana durante el parto y que la operación se lleve a cabo por veterinarios muy experimentados es probablemente la razón de los excelentes resultados a favor de la raza AB. Los conocimientos técnicos del cirujano se mencionan como uno de los mejores factores preventivos contra las dificultades, como los problemas con la exteriorización del útero (Mijten *et al.*, 1997).

Manejo y contención de animales agresivos y en decúbito

Contención

- La vaca debe estar
  - en un lugar limpio y bien iluminado
  - con su lado derecho contra la pared/valla/barrera
  - con la cabeza atada hacia la izquierda => para evitar que se caiga sobre la herida durante la operación





- Se ata la cola a la pata trasera derecha
  - para evitar la contaminación de la zona de operación
  - no se ata a ninguna otra cosa => ya que puede ser arrancada cuando el animal se agite



- Animales agresivos/nerviosos
  - tapar los ojos
  - sedación



La pata trasera izquierda se puede sujetar con una cuerda para evitar patadas




- Potro de contención para cesáreas
  - Cuanto más fácil, mejor => si es necesario, el desbloqueo debe ser siempre posible y muy fácil
  - Construcción
    - ◊ Una barra horizontal
      - a unos 70 cm del suelo
      - de +/-2,5 m de largo
      - al final: una cuerda o apertura de emergencia (tiene que poder abrirse fácilmente en cualquier momento)
    - ◊ parte de delante: suficientemente ancha (1 m)
    - ◊ parte de atrás: en forma de V
    - ◊ fuente de luz: fluorescente doble sobre el cirujano
    - ◊ (pata trasera izquierda atada a la derecha)
    - ◊ Suelo:
      - no resbaladizo
      - fácil de limpiar

Ante la atención de un caso de obstetricia el veterinario siempre empieza con la anamnesis, seguida de una inspección de la vaca y un examen obstétrico exhaustivo por palpación vaginal. Este último consiste en un examen vaginal para comprobar las posibles lesiones de la vagina, la vulva y el útero. También se verifica la dilatación del cérvix y la vagina. Además, se comprueba cuidadosamente la viabilidad, la posición y el tamaño del ternero (en relación con el tamaño del canal de parto). Para determinar si la vaca puede parir *per viam naturalem*, el veterinario puede intentar extraer el ternero. Si un parto normal es imposible o muy arriesgado, se indica una cesárea.

Palpación vaginal

- TRAUMATISMOS: examen de la vulva, la vagina, el cérvix y la placenta para ver las posibles lesiones
- DILATACIÓN: dilatación de la vulva, la vagina y el cérvix
- VIABILIDAD: la viabilidad del ternero (retirada, reflejo de succión o rectal, cordón umbilical)
- PRESENTACIÓN: presentación del ternero
- TAMAÑO: tamaño del ternero (en relación con el tamaño del canal de parto)

Preparación

- (sedación)
- tocolítico
- anestesia epidural
- afeitado y recorte
- desinfección
- anestesia local
- desinfección final

Indicaciones para la cesárea en decúbito

- ternero enfisematoso
- fluidos uterinos muy contaminados
- vaca tumbada
- vaca agresiva

Métodos para la cesárea en decúbito

1. flank incision
2. ventrolateral incision
3. incision parallel with the groin pleat (Incision of Merkt)
4. linea alba (median incision)
5. paramedian incision



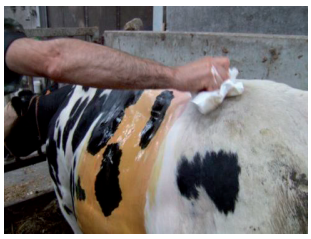
Preparación del campo quirúrgico

Desinfección

Se lava la zona del flanco izquierdo de la operación (desde 10 cm craneal de la última costilla hasta después de la tuberosidad coxal), se afeita una amplia zona quirúrgica y se seca meticulosamente la zona por encima de las vértebras transversales para evitar la contaminación por la humedad que escurre. Pósteriormente, se desinfecta la zona con alcohol. Tras la inyección del anestésico local, se vuelve a lavar la zona de la operación con un jabón desinfectante (yodo), se seca de nuevo el pelo de alrededor y se desinfecta la zona con alcohol y una solución de povidona yodada. Si es posible, se coloca una hoja de plástico sobre el travesaño del potro de contención para evitar la contaminación del útero y del material de sutura.







Tipo de material de sutura

- Elección del material
  - natural (*catgut*): deshecho por fagocitosis => mucha reacción tisular
  - sintético: deshecho por hidrólisis
  - multifilamento
    - ◊ trenzado => efecto cortante
    - ◊ efecto capilar
  - multifilamento revestido => menor efecto cortante
  - monofilamento
    - ◊ difícil de anudar
    - ◊ memoria => difícil para suturar
- Materiales en el mercado
  - Monofilamento
    - ◊ Poliglicólido-co-caprolactona (Monoswift®)
    - ◊ Poliglecaprona (Monofast®, Monocryl®)
    - ◊ Poligliconato (Monosyn®, Maxon®)
    - ◊ Polidioxanona (Monodox®, Monoplus®, Surgicryl monofilament®, PDSII®)
  - Multifilamento
    - ◊ Catgut
    - ◊ Catgut crómico
  - Multifilamento
    - ◊ Ácido poliglicólico (Safil®, Surgicryl PGA®, Surgicryl Rapid®)
    - ◊ Poliglactina 910 (Surgicryl 910®, Vicryl®)
- Sutura del útero
  - El útero se cierra con un monofilamento sintético absorbible utilizando una aguja redonda, empezando muy por encima de la incisión y empleando un patrón invertido sin penetrar la pared. Hacemos una sutura simple tipo Cushing modificada, prestando especial atención de no dejar ningún material de sutura expuesto, especialmente los nudos.
  - Tanto el uso del monofilamento sintético absorbible como de la sutura simple tipo Cushing modificada se recomiendan hoy en día para evitar mejor las adhesiones periuterinas. Hay que tener cuidado de no incorporar las membranas fetales en la sutura.
  - Cuando los fluidos uterinos están excesivamente contaminados o en los casos en los que hay riesgo de filtración, se indica un cierre en dos capas. Para

asegurar un cierre invertido adecuado, a la sutura Cushing modificada le sigue una Cushing normal.

- Sutura de los músculos y la piel
  - Actualmente, se utiliza un multifilamento sintético absorbible (USP 2) y una aguja cortante en todas las capas –músculos, tejidos subcutáneos y piel–.

Anestesia y analgesia

- Tocolítico
  - Clembuterol
  - Isoxuprina (no disponible en Bélgica ni Holanda)
  - Efecto sobre los receptores β2 del miometrio del útero
  - El efecto es bajo cuando el útero ya está contraído
- Sedación
  - Se utilizan agonistas a2 en casos de vacas agitadas =>
    - ◊ xilacina (0,01-0,016mg/kg IV)
    - ◊ detomidina (0,01-0,08mg/kg IV)
  - La acción es baja cuando el animal ya está agitado
  - Efectos adversos
    - ◊ atonía ruminal
    - ◊ contracciones uterinas
    - ◊ efecto sobre el ternero
  - Butorfanol (no está registrado para el ganado) = actividad opioide para aliviar el dolor en combinación con detomidina (0,05-0,1mg/kg IV)
  - Acepromacina (no está registrado para el ganado)
  - Fenotiazina
    - ◊ provoca vasodilatación => hipoxemia fetal y hemorragia
- Anestesia epidural
  - 2 ml de Procaína al 4% + Adrenalina (en Bélgica) o 2 ml de Lidocaína al 2% + Adrenalina (en Holanda)
  - S-Co1 o Co1-Co2
  - Ventajas
    - ◊ prevención de la distensión
    - ◊ mayor facilidad para manipular el útero
    - ◊ menor riesgo de distensión durante la extracción del ternero
    - ◊ menos dolor durante la rotación del útero
    - ◊ paralización de la cola
  - Desventajas
    - ◊ esfuerzo adicional, el coste
    - ◊ ¿Se acueste durante la cesárea?
    - ◊ riesgo de parálisis permanente (cola, patas traseras)
- Anestesia local
  - diferentes técnicas
  - bloqueo de la línea porque es fácil => especialmente en vacas AB
  - material desechable
  - producto:
    - ◊ Procaína +/-adrenalina (en Bélgica) – Lidocaína al 2% (en Holanda)
    - ◊ dosis:
      - de 60 a 100 ml
      - en +/-8 inyecciones
  - Otras
    - ◊ Bloqueo en L
    - ◊ Bloqueo paravertebral T13, L1, L2 y L3

Abordajes quirúrgicos

- La elección del abordaje quirúrgico depende principalmente de la experiencia del veterinario. No obstante, a veces, otros factores, como la condición física de la vaca y su ternero y las instalaciones disponibles pueden ser incluso más determinantes a la hora de decidir el abordaje quirúrgico apropiado.
- Las primeras cesáreas eran operaciones de emergencia y se realizaban con la vaca de pie (Mijten 1994). Sin embargo, después de la Segunda Guerra Mundial, los veterinarios prefirieron la posición en decúbito, lo que se puede explicar por el hecho de que la mayoría de las cesáreas se llevaban a cabo en clínicas (Mijten 1994). Durante los últimos 30 años, se ha visto favorecido el abordaje del flanco en pie, en los casos en los que no haya una gran contaminación uterina presente y en caso de que la vaca no esté en una posición de decúbito. Las ventajas del abordaje del flanco son que la sedación rara vez es necesaria y que la vaca es manejable (Andrews et al. 2004).
- El abordaje por el flanco puede hacerse por el lado izquierdo o el derecho. Normalmente, se prefiere el procedimiento por el lado izquierdo porque la cirugía en el lado derecho entraña un mayor riesgo de eventración de los intestinos durante la operación y es difícil para las personas diestras.
- En los casos de terneros enfisematosos, fluidos uterinos muy contaminados o vacas recostadas, se debe realizar con el animal en decúbito lateral. En esta posición, hay diferentes opciones para abrir la cavidad abdominal:
  - incisión en el flanco, incisión a lo largo de la línea alba (incisión mediana)
  - incisión entre la línea alba y la vena mamaria (incisión paramediana)
  - incisión paralela al pliegue de la ingle (incisión de Merkt)
  - incisión ventrolateral (de Kruif 2003).
- En la Universidad de Gante, se prefiere esta última técnica porque, en comparación con la técnica de la línea alba, existe un menor riesgo postoperatorio de hernia y, comparada con otras técnicas, la exteriorización del útero contaminado es más sencilla.

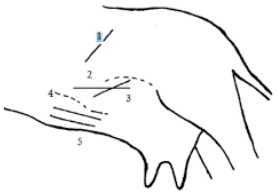
Resumen

- Procedimiento normal en la Universidad de Gante = Paralumbar izquierdo
- Paralumbar izquierdo oblicuo
  - solo se realiza cuando no hay espacio para otra incisión paralumbar
- Paralumbar derecho
  - solo se realiza cuando hay un problema en el lado izquierdo (por ejemplo, una cesárea previa)
  - difícil por los intestinos
  - no es práctica para las personas diestras
- Paralumbar con la vaca en decúbito

- = no es la preferida, pero se hace en la práctica
- un rumen lleno puede dificultar la sutura

- Paramedial y en la línea media con la vaca en decúbito
- Ventrolateral con la vaca en decúbito
  - = La preferida en la Universidad de Gante en casos de ternero enfisematoso o fluidos uterinos muy contaminados
  - Nosotros ya no lo hacemos más en la práctica

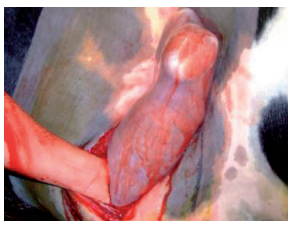
1. flank incision
2. ventrolateral incision
3. incision parallel with the groin pleat (Incision of Merkt)
4. linea alba (median incision)
5. paramedian incision



Técnica quirúrgica

- La incisión de la piel y de la dermis se ejecuta
  - desde aproximadamente 10 cm por debajo de las apófisis transversas de las vértebras lumbares en la fosa medio-paralumbar hasta 30-45 cm más abajo
  - situada caudalmente a 5 cm de la parte más caudal de la última costilla, o caudalmente a 5 cm de la cicatriz de la cesárea anterior
  - la longitud depende de
    - ◊ el tamaño del ternero
    - ◊ el número de cesáreas previas ya que el tejido cicatricial no es elástico
- Los tejidos subcutáneos, *m. obliquus abdominis externus* y *m. obliquus abdominis internus*, se cortan verticalmente uno por uno con el bisturí. Los vasos sanguíneos sangrantes se pinzan o suturan. El *m. transversus abdominis* se corta con tijeras para tejido o se escinde en la dirección de las fibras musculares
- A continuación, se levanta el peritoneo con un fórceps de disección para evitar el corte del rumen subyacente y se corta con unas tijeras de punta roma para tejidos. La cavidad abdominal se abre y el veterinario puede localizar el cuerno uterino gestante
- Exteriorización del ternero (presentación anterior)
  - se coloca la mano derecha alrededor de las pezuñas
  - y la izquierda debajo del tarso de la pata trasera más cercana => la pezuña puede estar "bloqueada" en el extremo dorsal de la incisión de la piel

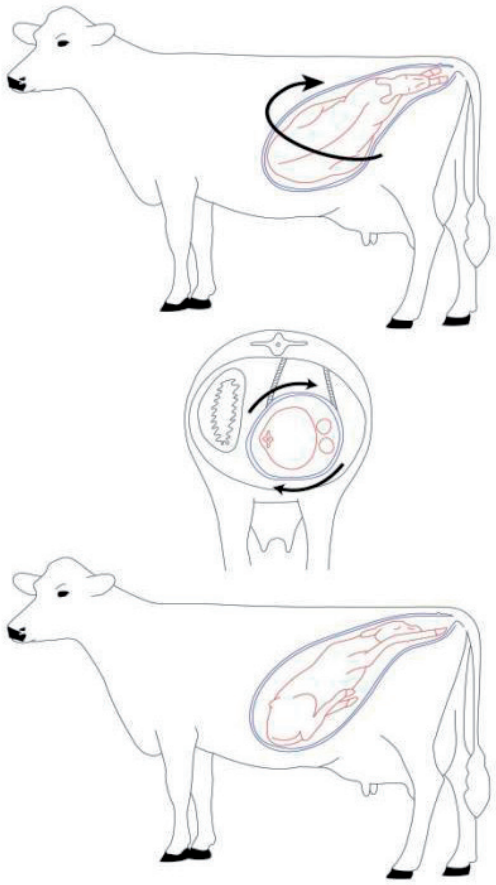




- El procedimiento es completamente distinto cuando el ternero se encuentra en presentación pósterior
  - sujetar con cuidado una pata delantera a través de la pared uterina
  - guiarla hacia el lugar de la incisión
  - a través de una pequeña incisión en la pared uterina, el veterinario sujeta uno de los metacarpos
  - Importante: sacar una de las patas delanteras antes que la cabeza y luego la otra pata delantera
  - evitar que la cabeza se tuerza hacia atrás y cause potencialmente un desgarro en la pared uterina



- Cuando el ternero se presenta con la espalda hacia el cirujano, ya sea en presentación anterior o pósterior, se debe rotar el útero y el ternero sobre su eje longitudinal.
  - con la mano y el brazo izquierdos bajo del cuerno uterino gestante tira del metatarso/carpo hacia él
  - mientras tanto, se empuja hacia atrás la espalda del ternero con la mano derecha
  - rotando el útero sobre su eje longitudinal
  - la torsión del útero debe hacerse con calma para evitar que la vaca se caiga



- A veces no se puede rotar el ternero
  - adherencias
  - ternero muerto

- ternero muy pesado en una novilla joven
- incisión desde la cabeza hacia el hombro del ternero (en un gran arco) (“Schuurmannschnitt”)
- intraabdominal => riesgo de cortar otros órganos
- riesgo de desgarro hacia el corpus y el cérvix => sutura intraabdominal
- pared más gruesa

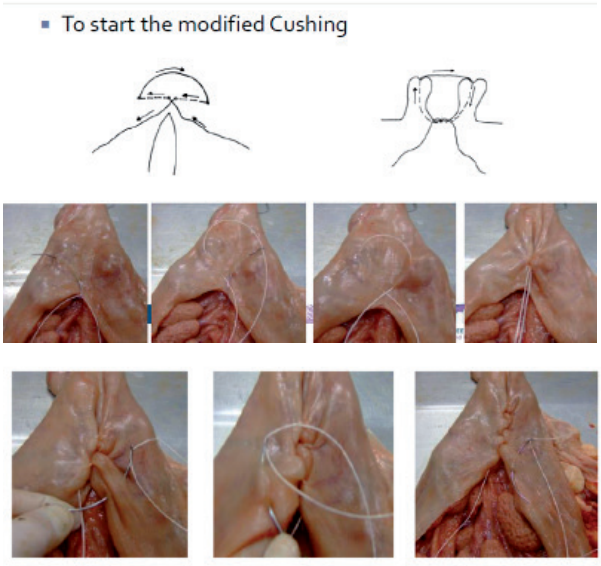
- En caso de presentación anterior del ternero, y después de rotar el ternero, si es necesario, se corta con cuidado el útero a lo largo de su curvatura mayor con tijeras para tejidos, evitando cortar los placentomas. La incisión debe ser lo suficientemente larga como para evitar desgarros uterinos a la hora de extraer el ternero. No obstante, debe evitarse una incisión demasiado larga que llegue al cérvix, puesto que complicaría seriamente la sutura.




- Cuando se saca el ternero fuera del útero, el obstetra masajea con cuidado el útero sobre las extremidades delanteras y traseras del ternero en un intento de evitar desgarros en el útero. Se debe prestar atención para no arrancar los placentomas. A la hora de levantar el ternero fuera del útero, se deja de tirar en el momento en el que se sacan tanto las patas delanteras como las traseras. Al mismo tiempo, el veterinario sujeta con la mano izquierda el cordón umbilical a 10 cm de su base. Mientras esta mano sujeta firmemente el cordón umbilical, se tira de la cubierta amniótica hacia el ternero.




- Tras la exteriorización del ternero
  - comprobar si hay un segundo ternero
  - comprobar si hay sangrado en la pared del útero
  - comprobar si hay carúnculas cortadas o arrancadas
- Sutura del útero
  - aguja redonda => menos traumática
  - técnica
    - ◊ Cushing modificada (invertida)
    - ◊ (Cushing normal, Lembert)
  - sólo pared uterina sana
  - serosa contra serosa invertida
  - en caso de desgarros perpendiculares => riesgo de filtración



- Se ha descrito la técnica de sutura Cushing modificada para cerrar el útero (Frazer y Perkins 1995; de Kruif 2003; Andrews *et al.* 2004); pero, también se pueden considerar otras técnicas, como la sutura Lembert (Cattel y Dobson 1990; Dawson y Murray 1992) o una sutura simple continua. Algunos autores recomiendan utilizar siempre una doble capa del útero (Dawson y Murray 1992; Busch 1993), mientras que otros creen, como nosotros, que solo es necesaria en casos de útero contaminado y/o ternero muerto (Wolfe y Baird 1993; Mijten 1994).
- Lavado del útero o cavidad abdominal
  - en caso de ternero muerto y/o infectado
  - con suero fisiológico o agua limpia
  - no limpiar el útero con tampones => irritación de la serosa y riesgo de adhesiones
- Retirada de los coágulos de sangre de la cavidad abdominal
  - ¿esfuerzo inútil?
  - irritación del peritoneo
- Sutura de músculos y peritoneo

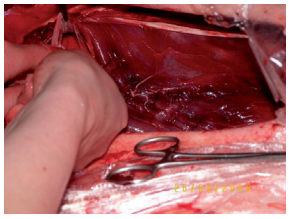
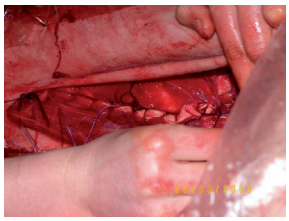
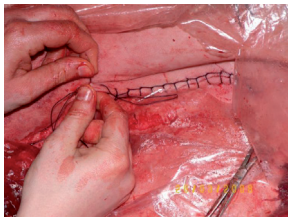


  - Novilla
    - ◊ *peritoneum+ m. transversus+ m. internus*
    - ◊ *m. externus*
  - Vaca
    - ◊ *peritoneum+ m. transversus*
    - ◊ *m. internus*
    - ◊ *m. externus*
  - Técnica
    - ◊ buena yuxtaposición (comprobar la yuxtaposición de la sutura del peritoneo con los dedos por dentro)
    - ◊ sin espacio muerto entre las capas

- Dawson y Murray (1992), Frazer y Perkins (1995) y Newman y Anderson (2005) recomiendan cerrar juntos el peritoneo y el *m. transversus abdominis* y las dos capas de músculo oblicuo juntas, utilizando una única capa continua. También se pueden utilizar suturas discontinuas (Cattel y Dobson 1990). Para prevenir la incidencia de seromas, algunos postulan que es mejor incluir la capa subyacente en cada segundo o tercer punto de la sutura (Hoeben *et al.* 1997).
- Tejido subcutáneo => sutura de colchonero
- Piel => sutura continua con o sin entrelazado
- Calidad del material de sutura => importante para el tejido cicatricial
  - reacción: sintético < material natural
  - material absorbible < material no absorbible

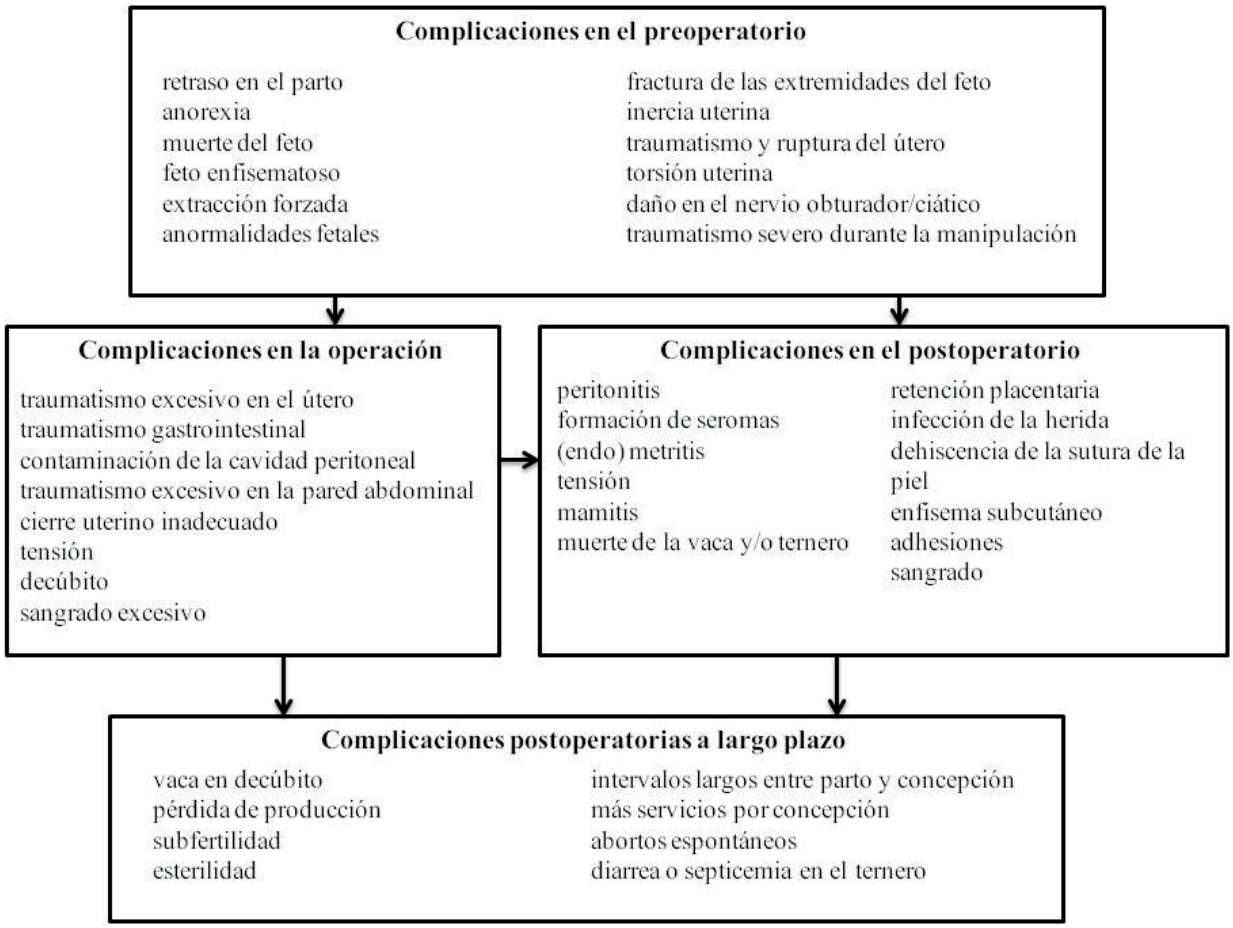
Sutura de músculos en vacas en decúbito

- El peritoneo y el m. transverso, separados de los demás músculos con una sutura continua y material absorbible.
- Los planos del *m. internus* and *m. externus* => Un entrelazado de longitud variable desde la incisión con material no absorbible
- En el tejido subcutáneo, doble, para cubrir el material no absorbible de la sutura anterior => para evitar fístulas
- La piel, de forma normal, con sutura continua con entrelazado

Complicaciones y alternativas

- Fetos muy grandes y/o con malformaciones
  - la fuerza no es lo único que cuenta => una buena técnica puede ayudar con un feto grande
  - malformaciones => depende del tipo de malformación y del espacio para la fetotomía (novilla AB pequeña comparada con una vaca HF grande)
- Torsión uterina (¿con intento de resolver previamente la torsión o no?)
  - si no es posible resolver la torsión y el ternero está vivo => cesárea
  - si no es posible resolver la torsión y el ternero está muerto => si es posible, girar la vaca e intentar dilatar el cérvix
  - si la fetotomía no es posible => cesárea
- Feto enfisematoso y útero friable
  - si es posible, fetotomía
  - si es necesario, cesárea => cesárea en decúbito o cesárea con dos cirujanos
  - si es necesario => amputación del útero
- Prevención de adherencias
  - buena práctica quirúrgica
  - buen material de sutura
  - higiene
- Hidropesías/Gemelos/Hidroalantoides
  - novilla/ vaca débil
  - mala condición
  - lo primero, deshidratación por infusión o empapado
- Peritonitis
  - La mayoría de las complicaciones después de cesáreas en el ganado son resultado de infecciones. Las bacterias responsables de estas infecciones pueden ser exógenas o endógenas. Estas últimas son bacterias procedentes de la contaminación del contenido uterino por la flora vaginal endógena y, se ha visto que, en cuanto el saco amniótico se rompía antes del examen obstétrico, el número total de bacterias en el fluido uterino era mayor en comparación con cuando el saco amniótico permanecía cerrado (Mijten *et al.*, 1997). Como resultado, el abdomen, la herida y/o el útero tienen un mayor riesgo de infectarse. El vertido del contenido uterino en el abdomen no produce necesariamente una peritonitis. Ésta solo se da cuando se supera la capacidad de eliminación del abdomen o cuando el fluido uterino está muy contaminado. La eliminación normal consiste en la absorción de bacterias por el sistema linfático, la fagocitosis de las bacterias por los leucocitos o el aislamiento de la infección por la formación de adhesiones (Mijten, 1994). Exceder la capacidad de este sistema conduce a síntomas clínicos debido al sistema inmune del animal.
  - La peritonitis se puede producir por contaminación antes, durante y después de la operación. En caso de desgarro uterino, los fluidos uterinos contaminados pueden estar presentes en el abdomen antes de que empiece el procedimiento quirúrgico y ya causar peritonitis (Vandeplassche, 1963; Dehghani y Ferguson, 1982). La extensión de la infección endógena depende, por un lado, de la cantidad de fluidos uterinos derramados en el abdomen y, por otro lado, de la cantidad de bacterias presentes en este fluido uterino (Mijten, 1994). Se estimó que la probabilidad de desarrollar peritonitis era dos veces mayor cuando el útero no se exteriorizaba antes de la incisión (Newman, 2008). La disfunción de la involución uterina debida a, por ejemplo, una torsión uterina o una retención placentaria, junto a la rotura del material de sutura, puede llevar a una infiltración excesiva en el abdomen (Sol *et al.*, 1993). La tasa de incidencia de peritonitis fue del 5% en el estudio de Mitjen (1994), del 10% en el estudio de Hoeben *et al.* (1997) y del 7,8% en un estudio de Newman (2008).



Postoperatorio

- Tratamiento antibiótico
  - Cesárea con complicaciones o con riesgo de contaminación
    - ◊ la vaca se cae durante la cesárea
    - ◊ la vaca cocea mucho durante la cesárea
    - ◊ ternero muerto (recientemente)
    - ◊ aborto/nacimiento prematuro
  - Es mejor prevenir que curar
  - Normalmente
    - ◊ penicilina (12.000 UI/kg)
  - En caso de contaminación excesiva de la cavidad abdominal, se usa un antibiótico de amplio espectro (normalmente, una combinación de penicilina y neomicina)
  - También se describen como tratamiento antibiótico postoperatorio, oxitetraciclina (6,6 - 11 mg/kg cada 24 horas, intravenosa (IV), IM o subcutánea (SC), durante 3 - 5 días) o ceftiofur sódico/clorhidrato (1,1 - 2,2 mg/kg cada 24, IV, IM o SC, durante 3 - 5 días)
  - También se puede utilizar florfenicol (20 mg/kg IM, cada 48 horas, o 40 mg/kg SC cada 96 horas) (Newman, 2008)
  - En caso de complicaciones marginales en el preoperatorio y durante la operación, se utiliza penicilina G procaína (IM) en vacas lecheras y oxitetraciclina (SC) en vacas de carne (Newman, 2008). Cuando las complicaciones son graves y el riesgo de peritonitis es sustancial, se debe administrar oxitetraciclina durante más tiempo (5-7 días; Newman, 2008)
- Otros tratamientos
  - Se puede utilizar un antiinflamatorio no esteroideo (flunixin meglumine o ketoprofeno) para proporcionar analgesia postoperatoria (Newman, 2008)
  - Estudio con meloxicam => las vacas que recibieron meloxicam permanecieron más tiempo tumbadas que las vacas que recibieron un placebo (0,5 mg/kg)
- Tratamiento con electrolitos
  - necesario con hidropesías/hidroalantoides
  - en otros casos
  - por infusión en la oreja o por boca
- Drenajes
  - Necesarios con seromas/abscesos
  - Mejor prevenir que curar

COW-SIDE TEST: WHAT IS USEFUL AND COST-EFFECTIVE IN CATTLE PRACTICE?

Prof. Hugues Guyot
DVM, PhD, Dipl ECBHM
University of Liège – Faculty of Veterinary Medicine
Clinical Department of Production Animals
Bovine Ambulatory Clinic
Liège – BELGIUM

Introduction

On-farm ancillary exams have been considered as needless in cattle practice. For a long time most of these exams could only be performed by laboratories. Only few analyses could be done on the field, but with inaccurate, slow or expensive results. Nowadays, new devices appeared on the market, with greater accuracy for lower prices. The goal of these tests is not only to provide a better diagnosis, but also to improve communication with the owner, and also to give a quick therapeutic answer or a prognosis.

The ancillary exams have to be profitable for both the owner and the practitioner. It can be done at an individual or herd level to demonstrate the subclinical diseases. The benefits of field-tests are essentially saving time, and for some assays, saving money as well, with relatively accurate analyses. In order to adapt to the situation, it is advised to know the sensitivity and specificity of the tests before doing the analysis. In some cases it is necessary to have a better sensitivity or specificity to adapt to goals: avoiding false-positive or false-negative results. A good specificity of a test is required while looking for a diagnosis, as for a screening approach, a good sensitivity is preferred.

Anyway, the use of field tests must be thought carefully and realised only after complete clinical examination of the patient. As it is previously mentioned, the ancillary exams are an important communication tool with the client, and a starting point to a dialogue to convince him to the implementation of appropriate corrective measures in the herd.

Here are only presented the different field tests that can be done within 15 minutes, beside the animals, in the barn. Tests are explained in the well-known order (as a disease will act): inflammatory, metabolic, immunological response and the potential presence of the infectious agent.

Inflammatory consequences

Inflammatory process can occur in diseases associated or not with an infectious agent. It results in an increase of inflammation proteins (haptoglobin, ceruloplasmin, fibrinogen, gamma-globulins) and modifications of the blood formula (neutropenia, in the acute phase). Among these positive markers of inflammation, gamma-globulins and fibrinogen can be estimated on the field.

- Coagulation with glutaraldehyde (several manufacturers in Europe: Graeub, NBVC,...). This is an old test based on polymerisation of amines present in the blood (fibrinogen, gamma-globulins) with aldehyde (glutaraldehyde) (Sandholm, 1974). The more the blood contains inflammatory proteins (fibrinogen, gamma-globulins), the faster the blood will coagulate in the sample tube. This test is mainly dedicated to chronic inflammation diagnosis or severe acute with hyper-fibrinogen. The test can be used for chronic traumatic reticulo-peritonitis, chronic pericarditis, chronic pneumonia, chronic peritonitis, chronic hepatitis, chronic pleurisy, chronic metritis, important abscess, chronic arthritis/polyarthritis, chronic nephritis/pyelonephritis, some mastitis (Metzner *et al.*, 2007). The test must be reserved for cattle above 1 year-old. The test is not specific of a disease; the clinician must complete his clinical examination to find the area where inflammatory process occurs. In very severe acute process, the fibrinogen concentration can be enough to make the test positive. In most of the cases, the veterinarian has to count 7-10 days after the beginning of the disease, for the concentration of gamma-globulins to be enough to declare the test positive. This test is easy and cheap (~6€/test).
- Estimated fibrinogen (*efibri*). This approximate method is based on the principle that the protein difference between serum and plasma, in a same blood sample, is mainly fibrinogen. It is a cheap method to evaluate fibrinogen, a positive acute marker of inflammation in cattle. A blood sampling has to be made in heparin and plain tube, centrifugation and lecture of protein amount using a refractometer. Beyond 7 g/L of difference between plasma and serum total protein, an acute inflammation may be suspected. The correlation between fibrinogen measured at the laboratory (measure of coagulation time of plasma + thrombin with coagulometer) and *efibri* is globally interesting to be used in the field (r=0.82) (Guyot *et al.*, 2011).
- Total protein in serum (TPS). Total protein in serum (TPS) can be assessed using a refractometer. The punctual measurement of TPS above 81 g/L (Radostits *et al.*, 2007) may only lead to a suspicion of inflammation, as dehydration, haemolysis, hyper-uraemia or other factors can influence the result and interpretation. The TPS is linked to both acute and chronic inflammation.

  Total protein can also be measured in abdominal fluid (paracentesis) and discriminates transudate from exsudate. An exsudate will present a TP concentration above 30 g/L (Wittek *et al.*, 2010).

  According to a preliminary study (Guyot *et al.*, 2011) to compare laboratory (haptoglobin, fibrinogen) and inflammation field tests (glutaraldehyde and efibri), there are good correlations between field and laboratory tests ($p<0.05$). The glutaraldehyde test has sensitivity (Se) of 100% and specificity (Sp) of 67% (Youden 0.67) for diagnosing inflammation, and *efibri* 72% (Se) and Sp (83%) (Y 0.55), compared to laboratory tests. If only one test has to be used, the glutaraldehyde is the best (and quickest) one. If *efibri* is added, the performances of diagnosis are increased.
- Moreover, the presence of inflammatory cells can be detected, as an infectious agent is going to attack the host. These cells can be detected in numerous physiological fluids. An EDTA tube will be preferred for sampling to preserve the cells.

- Presence of inflammatory cells (PMN): *Milk and colostrum*

  While infection in the mammary gland occurs, somatic cells increase in the udder to fight infection. This produces an inflammatory process. Assessment of inflammatory cells in colostrum or milk is an indicator of inflammation/infection in the mammary gland and allows the follow-up of infection or healing.

  The Californian Mastitis Test (CMT or Schalm's test) (Schalm and Noorlander, 1957) is the oldest test used to assess somatic cells in milk. The range of the test is 200,000 to 5,000,000 cells/ml. The principle is based on the formation of gel regarding the number of nucleus (cells), after addition of an anionic surfactant or detergent (reacting with nucleus). The more the aspect of milk looks like jelly, the more the content of somatic cells is important in the milk. Another method is to use an automatic cell counter (e.g. DCC DeLaval [~3,200€+3-4€/test], working with fluorescence or Ekomilk Scan [~1,500€+ 0.5€/test], working automatically with the principle of Schalm's test [formation of gel with nucleus present in milk]). These automatic counters work with ranges of measurement varying from 10,000 to 4,000,000 cells/ml (DCC Delaval) or 90,000 to 2,200,000 cells/ml (Ekomilk Scan).

- *Urine*

  As in the milk, the presence of somatic cells in urine signs inflammation and/or infection. Urinary strips are not reliable. The CMT and automatic cells counters can be used, depending of the number of cells in the urine. The Uriscreen® test is an interesting alternative. This test allows evidence of haematuria, bacteriuria (linked to bacteraemia in calves, according to Raboisson *et al.*, 2010), pyuria and presence of somatic cells in urine, based on the detection of catalase activity. A layer of foam will appears after addition of hydrogen peroxyde in positive urine samples. For bacteriuria, the Se and Sp of test are 86.6% and 88.8%, respectively. For bacteraemia in calves, the Se reaches 80% and Sp 92.8%.

- *Cerebro-spinal fluid (CSF)*

  The normal concentration of cells in the CSF is quite low (<12 10^6 cells/L). Somatic cells can increase in the CSF while infection/inflammation (Scott, 1995) and can be measured by automatic cell counter or CMT, if the cell concentration is enough.

- *Articular puncture*

  An increased concentration of somatic cells can be observed while arthritis, however, the usual tests (CMT, automatic cell counter) can be more difficult to interpret, as the articular fluid presents naturally a certain degree of viscosity. The cell concentration in a septic arthritis is above 10,000 cells/ml.

- *Abdominal puncture*

  The normal volume of abdominal liquid is 1 ml/kg body weight. In case of septic peritonitis, the number of somatic cells will also increase to exceed 10,000 cells/µl, as an exsudate (Wittek *et al.*, 2010). Automatic cell counter and CMT can be used to determine the somatic cell concentration.

Metabolic consequences

- Blood

  - *Acid-base balance and ions*

    These analyses can be undertaken in calves with diarrhoea or cows with ileus. The pH, Base Excess (BE), bicarbonate (HCO_3^-), Na^+, Cl^-, K^+ are of particular interest for diagnosis, prognosis and therapeutics. Indeed, metabolic acidosis or alkalosis must be treated differently and can be sometimes very difficult to differentiate clinically. In the same way, ionic disorders are essential to diagnose for discrimination of gastro-intestinal troubles in calves and adult cattle. For example, calf diarrhoea is often associated with metabolic acidosis, hyperkalieamia and hypoglycaemia. But metabolic alkalosis can be met in the same condition, and cannot be clinically distinguished. An ileus in adult cattle, such as a left displacement of abomasum (LDA), usually leads to metabolic alkalosis, hypokaliaemia and hypochloremia, with or without paradoxal aciduria, but in some conditions, a metabolic acidosis can be observed as well.

    Many devices are now available for field utilization, at acceptable prices. In the market, there are different tools varying from 7-10,000€, and 10-20€/test (with pH, BE, bicarbonate, ions, glucose, lactate, etc.). The results are available within 5 minutes, at cow or calf-side, in the barn.

    These devices also provide haematocrit and haemoglobin concentration. This can be helpful to control anaemia, haemolysis, or haemorrhages.

- *Glucose*

  Glucose reflects energy metabolism but is very variable. Its interest lies in neonatalogy, in ketosic cows or after infusions. Glucose may help to discriminate the different types of ketosis (table 1). It is easily and quickly (5 seconds) measurable on the field with very cheap portable glucometers (~75€ + 1€/test). The Se and Sp are good but the Se decreases with glucose concentration under 40 mg/dl. The analysis must be performed immediately after blood sampling (complete blood). The normal range for a healthy cow is 54-110 md/dl.

- *Beta-Hydroxy-Butyrate (BHB)*

  BHB is one of the three ketone bodies in cattle. The interest of its assessment is to evaluate the different types of ketosis (table 1), negative energy balance or other metabolic diseases (fatty liver syndrome, fasting, metritis, LDA). The same device as used for glucose can be taken, with different reactive strips. The results appears in 10 seconds for an approximate cost of 3-5€/test. The range of measurement is 0-8 mmol/L. This also requires an immediate analysis on complete blood. It is indicated to take blood samples 4-5h after cow's meal. In general, the cut-off chosen for subclinical ketosis is >1.2 mmol/L. BHB can also be measured in milk, as well as aceto-acetate, using milk strips, but with lower Se/Sp compared to blood-BHB (Geishauser *et al.*, 1998). Pre-partum negative energy balance is highlighted with BHB >0.6 mmol/L in cows at the end of pregnancy.

Table 1. indicative levels of glucose & BHB in cows with type I and II ketosis

	Type I ketosis	Type II ketosis
Glucose	↓ or Normal	Normal or ↑
BHB	↑↑ to ↑↑↑↑	↑ to ↑↑

- *L-Lactate*

  Lactate has two isomers: D and L lactate. L-Lactate is a product of sugar metabolism in mammals and metabolized by liver. This isomer is a reflection of anaerobic metabolism. D-Lactate is produced by bacteria and has a slow elimination. On the field, only the L-Lactate can be assayed, but not D-Lactate.

  The assay on the field is made by a small "side-cow" spectrophotometer (100-400€, ~3€/test, result in 1 minute), with a range from 0.8-21.7 mmol/L. There is a small overestimation (0.5 mmol/L) above 3 mmol/L. The animal must be quiet before sampling. The analysis, on complete blood, must be performed immediately after blood sampling. L-Lactate in cows is considered normal if less than 1.5 mmol/L, at rest.

  L-Lactate can be used as a prognosis factor for infectious broncho-pneumonia (BP) in young cattle (up to 13 months), with poor prognosis for calves with type IV BP and L-Lactate ≥ 4 mmol/L (Se 95%, Sp 80%) (Coghe *et al.*, 2000). Other studies show similar results with 44 times more risks to die in calves with L-Lactate > 3.7 mmol/L, compared to calves with L-Lactate around 1.3 mmol/L (Buczinski *et al.*, 2014). Regarding calf diarrhoea, L-Lactate measurement is unhelpful, as most of the time, it is D-Lactate that is produced and accumulated (Ewaschuk *et al.*, 2004). Finally, L-Lactate can be assessed in colic (volvulus, gasto-intestinal ileus, intussusception, etc.) as a prognosis factor. During pre-surgery assay, a L-Lactate > 6 mmol/L may lead to the prevision of a negative outcome (Se 29%, Sp 98%) and L-Lactate < 2 mmol/L predicts a positive outcome (in 93% of cases) (Boulay *et al.*, 2013). L-Lactate post-surgery seems not to be a better indicator.

- Abdominal fluid
  - *Glucose* The glucose concentration in plasma is similar to abdominal fluid and situated between 42 and 133 mg/dl. In case of septic peritonitis, bacteria will consume glucose and will decrease glucose concentration in abdominal fluid. The cut-off is set at 31 mg/dl or if plasmatic glucose concentration is higher of 20 mg/dl while compared to abdominal fluid (Wittek *et al.*, 2010).
  - *L-Lactate*

    The L-Lactate concentration in plasma is also similar to abdominal fluid and situated between 0.19 and 1.31 mmol/L. When intestinal or abomasal ischaemia occurs, there is a synthesis of L-Lactate due to anaerobic conditions and the L-Lactate concentration in abdominal fluid will increase dramatically (Wittek *et al.*, 2010). Bacteria will also produce D-Lactate that cannot be measured.
- Feces: *pH*

  pH of feces has an interest in calf diarrhoea to discriminate hypersecretion diarrhoea from malabsorption diarrhoea. The pH is measured in a solution of 15 grams of feces mixed with 85 ml water. A pH above 7 will conclude to a hypersecretion of HCO_3^-, while a pH <6 reveals the presence of acid organic molecules, and a non-effective absorption, as well as neofermentation in the large intestine.

Immunity consequences

- Antibodies assays
  - *Transfer of colostral immunity (TCI)*

    Failure of TCI will get negative outcome on calves' health. In dairy cattle, a decrease of average daily gain and subsequent milk production (1st lactation), as well as an increase of mortality and culling (1st lactation), is observed while failure of TCI (Robinson *et al.*, 1988; DeNise *et al.*, 1989). In beef cattle, failure of TCI will lead to an increased morbidity (especially respiratory troubles), calf mortality (pre-weaning), and decreased average daily gain, compared to cattle with correct TCI (Wittum and Perino, 1995). It should be noted that increased intakes of IgG in calves from a herd with a correct status of TCI will not result in reduction of mortality and morbidity.

    There are different ways to asses correct or failure of TCI. Both ways are focused on blood sampling in healthy calves at an age between 2 and 6 days of life. The gold-standard is the Radial-Immuno-Diffusion (RID) method but this is not performable on the field.

    The indirect method consists in measuring total protein in serum, using a refractometer. It is not really a calf-side test and it needs material. Failure of TCI is set if TPS are below 56 g/L. Calves must not be sick or dehydrated. TPS reflects approximately the IgG concentration but the proportion may vary according to animals.

    The direct method, on the field, is a semi-quantitative test based on the coagulation of gamma-globulins with glutaraldehyde. It needs no further material (cost 6-7€/test). The test, developed by the Ambulatory Clinic of the University of Liège (Calf-IgG-Test, distributed by NBVC) has a Se of 92% and Sp of 71% (compared to the gold-standard). The performance of the test is calculated to limit the falsely negative samples. A coagulation time within one minute assumes an adequate transfer of immunity in the young healthy calf (blood IgG concentration > 10.1 g/L).
  - *Colostrum quality*

    In the same way of the assessment of TCI, colostrum quality can be measured in a direct or indirect method.

    The indirect method requires a colostrumeter (measuring colostrum density). Assuming that about 50-60% of total proteins in the colostrum are IgG, a good colostrum must contain at least 75 g/L of total protein. A specific refractometer can also be used on that purpose.

    The direct method, on the field, is also a semi-quantitative test based on the coagulation of gamma-globulins with glutaraldehyde. Fresh colostrum is mixed with a solution of glutaraldehyde and coagulation time is noticed. A quick coagulation time indicates a good quality colostrum (> 50 g/L IgG). The test is actually under development by the Ambulatory Clinic of the University of Liège, with actually similar performances (Se/Sp) compared to Calf-IgG-Test.

The infectious agent

In the frame of this congress, only quick tests that can be performed within 15 minutes, cow or calf-side, are presented. The laboratory remains the gold-standard, with the best Se-Sp and accuracy values. There will not be discussion about office milk bacteriology, parasitology, and blood smears.

- Antibodies immunoassays
  - *Feces*

    Lateral immunochromatography is mainly used to determine infectious agent in calf diarrhoea. Numerous tests are available, with prices varying between 10-30€ and results in 15 minutes. The main infectious agents that can be found with these tests are *Escherichia coli* (K99, CS31A), *Rotavirus*, *Coronavirus*, *Cryptosporidium*, *Clostridium perfringens*, *Giardia*. The Se and Sp may vary according to manufacturers and are located between 64-100%, and 92-100%, respectively. The practitioner has to take into account the age of the calf and the treatments that may have been administered to the calf, before interpretation of the results.
- Evidence of the biological agent
  - *Skin scraping*

    This easy method can bring out skin parasites, just by scraping the skin up to blood dew, and observing on a blade with one drop of chlorolactophenol under a microscope (small magnificience, X10). *Psoroptes ovis*, *Sarcoptes scabiei*, *Chorioptes bovis* but also lices (*Haematopinus*, *Linognathus*, *Damalinia*) can be identified by this method.

Conclusions

The diagnosis of a disease begins with a good history and a correct clinical examination. The ancillary exam confirms the clinical suspicion and it is not the result of the ancillary exam who leads to the clinical suspicion. Even though cattle practice is economic medicine, veterinary practitioners must promote the use of ancillary examinations as prognosis factor first, but also as a diagnostic and pedagogic tool for the farmer. These examinations allow the practitioner to communicate and show they are investigating, with new technologies, the individual or herd troubles. Moreover, some infectious or metabolic diseases can co-exist or be subclinical. In these cases, ancillary exams are essential to go further with diagnosis, prognosis and communication in the farms.

Bibliography

Buczinski S., Rademacher R.D., Tripp H.M., Edmonds M., Johnson E.G., Dufour S. Assessment of L-lactatemia as a predictor of respiratory disease recognition and severity in feedlot steers. Prev. Vet. Med. 2015, 118, 306-318.

Boulay G., Francoz D., Dore E., Dufour S., Veilette M., Badillo M., Belanger A.M., Buczinski S. Preoperative cow-side lactatemia measurement predicts negative outcome in Holstein dairy cattle with right abomasal disorders. *J. Dairy Sci*. 2014, 97, 212-221.

Coghe J., Uystepruyst C., Bureau F., Detilleux J., Art T., Lekeux P. Validation and prognostic value of plasma lactate measurement in bovine respiratory disease. *Vet. J*. 2000, 160, 139-146.

DeNise S.K., Robinson J.D., Stott G.H. Effect of passive immunity on subsequent production in dairy heifers. *J. Dairy Sci*. 1989, 72, 552-554.

Ewaschuk J.B., Naylor J.M., Palmer R., Whiting S.J., Zello G.A. D-Lactate production and excretion in diarrheic calves. *J. Vet. Intern. Med*. 2004, 18, 744-747.

Geishauser T., Leslie K., Kelton D., Duffield T. Evaluation of five cowside tests for use with milk to detect subclinical ketosis in dairy cows. *J. Dairy Sci*. 1998, 81, 438-443.

Guyot H., Lamain G., Detilleux J., Ramery E. Accuracy of inflammation field tests in cattle practice. *In*: Proceeding of the 6th European Congress of Bovine Health Management, Septembre 2011, Liège, Belgique.

Metzner M., Horber J., Rademacher G. Klee W. Application of the glutaraldehyde test in cattle. *J. Vet. Med. A. Physiol. Pathol. Clin. Med*. 2007, 54, 449-454.

Raboisson D., Clément J., Queney N., Lebreton P., SChelcher F. Detection of bacteriuria and bacteriemia in newborn calves by a catalase-based urine test. *J. Vet. Intern. Med*. 2010, 24, 1532-1536.

Radostits O.M., Gay C.C., Hinchcliff K.W., Constable P.D. Veterinary Medicine. 10th Edition, 2007, Saunders-Elsevier Editors, Philadelphia, pp 2047-2049.

Robinson J.D., Stott G.H., DeNise S.K. Effect of passive immunity on growth and survival in the dairy heifer. *J. Dairy Sci*. 1988, 71, 1283-1287.

Sandholm M. A preliminary report of a rapid method for the demonstration of abnormal gammaglobulin levels in bovine whole blood. *Res. Vet. Sci*. 1974, 17, 32-35.

Schalm O.W., Noorlander D.O. Experiments and observations leading to development of the California mastitis test. *J. Am. Vet. Med. Assoc*. 1957, 130, 199-204.

Scott P.R. The collection and analysis of cerebrospinal fluid as an aid to diagnosis in ruminant neurological disease. *Br. Vet. J*. 1995, 151, 603-614.

Wittek T., Grosche A., Locher L., Alkaassem A., Fürll M. Biochemical constituents of peritoneal fluid in cows. *Vet. Rec*. 2010, 166, 15-19.

Wittum T.E., Perino L.J., Passive immune status at postpartum hour 24 and long-term health and performance of calves. *Am. J. Vet. Res*. 1995, 56, 1149-1154.

TRADUCCIÓN AL CASTELLANO ▼

Análisis a pie de vaca: ¿qué es útil y rentable en la clínica bovina?

Prof. Hugues Guyot

DVM, PhD, Dipl ECBHM

Universidad de Lieja – Facultad de Veterinaria

Departamento Clínico de Animales de Producción

Clínica Ambulatoria Bovina

Lieja – BÉLGICA

Introducción

Los exámenes y análisis complementarios en granja se han considerado innecesarios en la práctica bovina. Durante mucho tiempo, la mayoría de estos exámenes sólo podían ser realizados por los laboratorios. Sólo unos pocos análisis podían hacerse en el campo, pero con resultados imprecisos, lentos o costosos. Hoy en día, han aparecido en el mercado nuevos dispositivos con mayor precisión y a menores precios. El objetivo de estas pruebas no sólo es proporcionar un mejor diagnóstico, sino también mejorar la comunicación con el propietario y dar una respuesta terapéutica rápida o un pronóstico.

Los análisis complementarios tienen que ser rentables tanto para el propietario como para el veterinario. Se pueden realizar a nivel individual o de rebaño para demostrar las enfermedades subclínicas. Los beneficios de las pruebas de campo son esencialmente el ahorro de tiempo y, para algunos análisis, el

ahorro de dinero también, con análisis relativamente precisos. Con el fin de adaptarse a la situación, se recomienda conocer la sensibilidad y la especificidad de los test antes de hacer el análisis. En algunos casos, es necesario tener una mejor sensibilidad o especificidad para adaptarse a los objetivos: evitando resultados falso-positivos o falso-negativos. Se necesita una buena especificidad de la prueba cuando se busca un diagnóstico; mientras que, se prefiere una buena sensibilidad para un muestreo.

De todos modos, el uso de las pruebas de campo se debe pensar cuidadosamente y deben realizarse sólo después de un examen clínico completo del paciente. Como se ha mencionado previamente, los exámenes complementarios son una importante herramienta de comunicación con el cliente y un punto de partida para el diálogo para convencerle de la implementación de medidas correctoras apropiadas en el rebaño.

Aquí sólo se presentan las distintas pruebas de campo que se pueden hacer en 15 minutos, a pie del animal, en el establo. Las pruebas se explican según el bien conocido orden (tal y como actuaría una enfermedad): la respuesta inflamatoria, metabólica e inmunológica y la presencia potencial del agente infeccioso.

Indicadores de inflamación

Los procesos inflamatorios se pueden dar en enfermedades relacionadas o no con un agente infeccioso. Resulta en un aumento de proteínas inflamatorias (haptoglobina, ceruloplasmina, fibrinógeno, gamma-globulinas) y modificaciones de la formulación de la sangre (neutropenia, en la fase aguda). Entre estos marcadores positivos de inflamación, las gamma-globulinas y el fibrinógeno pueden calcularse en el campo.

- Prueba de coagulación con glutaraldehído (varios fabricantes en Europa: Graeub, NBVC,...). Este es un test antiguo basado en la polimerización de las aminas presentes en la sangre (fibrinógeno, gamma-globulinas) con aldehído (glutaraldehído) (Sandholm, 1974). Cuantas más proteínas inflamatorias (fibrinógeno, gamma-globulinas) contenga la sangre, más rápida será la coagulación de la sangre en el tubo de muestras. Esta prueba está dedicada principalmente para el diagnóstico de inflamaciones crónicas o agudas graves con hiper-fibrinógeno. El test se puede utilizar para retículoperitonitis traumática crónica, pericarditis crónica, neumonía crónica, peritonitis crónica, hepatitis crónica, pleuresía crónica, metritis crónica, abscesos importantes, artritis/poliartritis crónica, nefritis/pielonefritis crónica, algunas mamitis (Metzner *et al.*, 2007). La prueba debe reservarse para el ganado con más de un año de edad. La prueba no es específica de una enfermedad; el clínico debe completar su exploración clínica para encontrar la zona donde se está produciendo el proceso inflamatorio. En procesos agudos muy graves, la concentración de fibrinógeno puede ser suficiente para que el test sea positivo. En la mayoría de los casos, el veterinario debe contar 7-10 días desde el comienzo de la enfermedad para que la concentración de γ-globulinas sea suficiente para hacer que el test sea positivo. Este test es sencillo y barato (~6€/test).
- Fibrinógeno estimado (*efibri*). Este método aproximativo se basa en el principio de que la diferencia de proteínas entre el suero y el plasma, en una misma muestra de sangre, es principalmente fibrinógeno. Es un método barato para evaluar el fibrinógeno, un marcador agudo positivo de inflamación en el ganado. Una muestra de sangre se debe hacer en heparina y en un tubo sencillo, para la centrifugación y para la lectura de la cantidad de proteína se utiliza un refractómetro. Con más de 7 g/l de diferencia entre la proteína total del plasma y del suero, se debe sospechar de inflamación aguda. La correlación entre el fibrinógeno medido en el laboratorio (medición del tiempo de coagulación del plasma + trombina con coagulómetro) y el *efibri* es globalmente interesante para utilizarse en el campo (r=0,82) (Guyot *et al.*, 2011).
- Proteína total en suero (TPS, por sus siglas en inglés)

  La proteína total en suero (TPS) se puede evaluar utilizando un refractómetro. La medición puntual de TPS por encima de 81 g/l (Radostits *et al.*, 2007) sólo puede conducir a una sospecha de inflamación, ya que la deshidratación, la hemólisis, la híper-uremia u otros factores pueden influir en el resultado y la interpretación. La TPS está vinculada tanto con la inflamación aguda como con la crónica.

  La proteína total también se puede medir en el fluido abdominal (paracentesis) y discriminar el trasudado del exudado. Un exudado presentará una concentración de proteína total por encima de 30 g/L (Wittek *et al.*, 2010).

  De acuerdo con un estudio preliminar (Guyot *et al.*, 2011) para comparar los test de inflamación de laboratorio (haptoglobina, fibrinógeno) y de campo (glutaraldehído y *efibri*), existen buenas correlaciones entre las pruebas de campo y de laboratorio (P<0,05). La prueba de glutaraldehído tiene una sensibilidad (Se) del 100% y una especificidad (Sp) del 67% (Youden 0,67) para diagnosticar la inflamación; y el *efibri* tiene una Se del 72% y una Sp del 83% (Y 0,55), en comparación con los test de laboratorio. Si sólo se tuviera que utilizar una prueba, la del glutaraldehído es la mejor (y la más rápida). Si se añade el *efibri*, los rendimientos del diagnóstico aumentan.
- Además, se puede detectar la presencia de células inflamatorias. Estas células se pueden detectar en numerosos fluidos fisiológicos. Es preferible un tubo de EDTA para recoger la muestra para preservar las células.
  - Presencia de células inflamatorias (PMN) *Leche y calostro*

    Mientras se produce la infección en la glándula mamaria, las células somáticas aumentan en la ubre para luchar contra la infección. Esto da lugar a un proceso inflamatorio. La evaluación de las células inflamatorias en el calostro o la leche es un indicador de la inflamación/infección en la glándula mamaria y permite el seguimiento de la infección o la curación.

    El Test de California para mastitis (CMT, por sus siglas en inglés, o test de Schalm; Schalm y Noorlander, 1957) es la prueba más antigua utilizada para evaluar las células somáticas en la leche. El rango del test es de 200.000 a 5.000.000 células/ml. El principio se basa en la formación de gel respecto al número de núcleos (células), después de la adición de un surfactante o detergente aniónico (que reacciona con el núcleo). Cuanto más se parezca la leche a la gelatina, más importante es el contenido de células somáticas en la leche. Otro método es utilizar un contador de células automático (Por ejemplo, DCC DeLaval [~3.200€+3-4€/test], que trabaja con fluorescencia; o Ekomilk Scan [~1.500€+ 0,5€/test], que trabaja automáticamente con el principio del test de Schalm [formación de gel con los núcleos presentes en la leche]). Estos contadores automáticos trabajan con rangos de medición que varían entre 10.000 y 4.000.000 células/ml (DCC DeLaval) o entre 90.000 y 2.200.000 células/ml (Ekomilk Scan).

- *Orina*

  Como en la leche, la presencia de células somáticas en la orina señala inflamación y/o infección. Las tiras urinarias no son fiables. Se pueden utilizar el CMT o los contadores de células automáticos, dependiendo del número de células en la orina. El test Uriscreen® es una alternativa interesante. Esta prueba da evidencia de hematuria, bacteriuria (vinculada a la bacteriemia en terneros, según Raboisson *et al.*, 2010), piuria y presencia de células somáticas en la orina, basándose en la detección de la actividad de la catalasa. Una capa de espuma aparece tras añadir peróxido de hidrógeno en las muestras de orina positivas. Para la bacteriuria, la Se y la Sp de la prueba son 86,6% y 88,8%, respectivamente. Para la bacteriemia en terneros, la Se alcanza el 80% y la Sp, el 92,8%.

- *Líquido cefalorraquídeo (CSF, por sus siglas en inglés)*

  La concentración normal de células en el CSF es bastante baja (<12·10^6 células/l). Las células somáticas pueden aumentar en el CSF con la infección/inflamación (Scott, 1995) y se pueden medir con un contador de células automático o el CMT si la concentración de células es suficiente.

- *Punción articular*

  Se puede observar una mayor concentración de células somáticas con la artritis; no obstante, las pruebas comunes (CMT, contador de células automático) pueden ser más difíciles de interpretar, ya que el fluido articular presenta de forma natural un cierto grado de viscosidad. La concentración de células en una artritis séptica es superior a 10.000 células/ml.

- *Punción abdominal*

  El volumen normal del líquido abdominal es de 1 ml/kg de peso corporal. En caso de peritonitis séptica, también aumentará el número de células somáticas, excediendo las 10.000 células/µl, como exudado (Wittek *et al.*, 2010). Se pueden utilizar el contador de células automático y el CMT para determinar la concentración de células somáticas.

Consecuencias metabólicas

- Sangre
  - *Balance ácido-base e iones*

    Estos análisis se pueden realizar en terneros con diarrea o en vacas con íleo. El pH, el exceso de bases (BE, por sus siglas en inglés), el bicarbonato (HCO_3^-), el Na^+, el Cl^- y el K^+ son de especial interés para el diagnóstico, el pronóstico y el tratamiento. De hecho, la acidosis metabólica y la alcalosis deben tratarse de manera distinta y pueden ser, a veces, muy difíciles de diferenciar clínicamente. Del mismo modo, las alteraciones iónicas son fundamentales para el diagnóstico diferencial de problemas gastrointestinales en terneros y vacas adultas. Por ejemplo, la diarrea en terneros a menudo se asocia con la acidosis metabólica, la hipercaliemia y la hipoglucemia. Pero la alcalosis metabólica puede darse en la misma condición y no puede distinguirse clínicamente. Un íleo paralítico en el ganado adulto, como el desplazamiento izquierdo del abomaso (LDA, por sus siglas en inglés), normalmente conduce a una alcalosis metabólica, una hipocaliemia y una hipocloremia, con o sin aciduria paradójica; pero con la misma condición, también se puede observar una acidosis metabólica.

    Ahora existen muchos dispositivos para utilizar en el campo estos determinadores a precios aceptables. En el mercado, hay diferentes herramientas que varían entre 7-10.000€, y 10-20€/test (con pH, BE, bicarbonato, iones, glucosa, lactato, etc.). Los resultados están disponibles a los 5 minutos, a pie de vaca o ternero, en el establo.

    Estos dispositivos también proporcionan la concentración de hematocritos y hemoglobina. Esto puede ser útil para controlar la anemia, la hemólisis o las hemorragias.

  - *Glucosa*

    La glucosa refleja el metabolismo energético, pero es muy variable. Su interés radica en la neonatología, en las vacas con cetosis o después de aplicar una infusión. La glucosa puede ayudar a discriminar los diferentes tipos de cetosis (tabla 1). Se mide fácil y rápidamente (5 segundos) en el campo con glucómetros portátiles muy baratos (~75€ + 1€/test). La Se y la Sp son buenas, pero la Se disminuye con concentraciones de glucosa por debajo de 40 mg/dl. El análisis debe hacerse inmediatamente después de la extracción de sangre (sangre completa). El rango normal de una vaca sana es de 54-110 mg/dl.

  - *Beta-Hidroxi-Butirato (BHB)*

    El BHB es uno de los tres cuerpos cetónicos en el ganado. El interés de su evaluación es valorar los diferentes tipos de cetosis (tabla 1), el balance energético negativo u otras enfermedades metabólicas (síndrome de hígado graso, ayuno, metritis, LDA). El mismo dispositivo que el usado para la glucosa se puede utilizar con tiras reactivas diferentes. Los resultados aparecen a los 10 segundos con un coste aproximado de 3-5€/test. El rango de medida es de 0-8 mmol/L. Esto también requiere un análisis inmediato de sangre completa. Se indica recoger la muestra de sangre 4-5 horas después de que la vaca coma. En general, el punto de corte elegido para la cetosis subclínica es de >1,2 mmol/l. El BHB también se puede medir en leche, al igual que el aceto-acetato, utilizando tiras de leche, pero con menor Se y Sp que el BHB en sangre (Geishauser *et al.*, 1998). Un balance energético negativo preparto se evidencia con un BHB >0,6 mmol/l en vacas al final de la gestación.

Tabla 1. niveles indicativos de glucosa y BHB en vacas con cetosis de tipo I y II

	Cetosis de tipo I	Cetosis de tipo II
Glucosa	↓ o Normal	Normal o ↑
BHB	De ↑↑ a ↑↑↑↑	De ↑ a ↑↑

  - *L-Lactato*

    El lactato tiene dos isómeros: lactato D y L. El L-Lactato es un producto del metabolismo del azúcar en los mamíferos, metabolizado por el hígado. Este isómero es un reflejo de metabolismo anaeróbico. El D-Lactato es producido por las bacterias y tiene una eliminación lenta. En el campo, sólo se puede analizar el L-Lactato; pero no el D-Lactato.

    El ensayo en el campo se hace con un pequeño espectrofotómetro a pie de vaca (100-400€, ~3€/test, resultado en un minuto), con un rango entre 0,8-21,7 mmol/l. Hay una pequeña sobreestimación (0,5

mmol/l) por encima de 3 mmol/l. El animal debe estar quieto antes de la recogida de la muestra. El análisis, en sangre completa, debe realizarse inmediatamente después de recoger la muestra. El L-Lactato en vacas se considera normal si es inferior a 1,5 mmol/l, en reposo.

El L-Lactato se puede utilizar como factor de pronóstico para la bronconeumonía (BP, por sus siglas en ingles) infecciosa en el ganado joven (hasta 13 meses), con mal pronóstico para los terneros con BP de tipo IV y L-Lactato ≥ 4 mmol/l (Se 95%, Sp 80%) (Coghe *et al.*, 2000). Otros estudios muestran resultados similares con 44 veces más riesgo de muerte en terneros con L-Lactato >3,7 mmol/l, en comparación con terneros con el L-Lactato alrededor de 1,3 mmol/l (Buczinski *et al.*, 2014). En cuanto a la diarrea en terneros, la medición del L-Lactato no ayuda, ya que la mayoría de las veces, es el D-Lactato el que se produce y se acumula (Ewaschuk *et al.*, 2004). Finalmente, el L-Lactato se puede analizar en cólicos (vólvulo, íleo gastrointestinal, intususcepción, etc.) como factor de pronóstico. Durante la evaluación pre-quirúrgica, un L-Lactato >6 mmol/l puede llevar a la previsión de un resultado negativo (Se 29%, Sp 98%) y la determinación de L-Lactato <2 mmol/l predice un resultado positivo (en el 93% de los casos) (Boulay *et al.*, 2013). El L-Lactato post-quirúrgico no parece ser un mejor indicador.

- Fluido abdominal
  - *Glucosa*

    La concentración de glucosa en plasma es similar a la del fluido abdominal y se sitúa entre 42 y 133 mg/dl. En caso de peritonitis séptica, las bacterias consumen glucosa y reducen la concentración de glucosa en el fluido abdominal. El punto de corte se ha establecido en 31 mg/dl o si la concentración de glucosa en plasma es superior a 20 mg/dl en comparación con el fluido abdominal (Wittek *et al.*, 2010).
  - *L-Lactato*

    La concentración de L-Lactato en plasma también es parecida a la del fluido abdominal y se sitúa entre 0,19 y 1,31 mmol/l. Cuando se produce una isquemia intestinal o abomasal, se sintetiza L-Lactato debido a las condiciones anaeróbicas y la concentración de L-Lactato aumenta drásticamente en el fluido abdominal (Wittek *et al.*, 2010). Las bacterias también producen D-Lactato, que no se puede medir.
- Heces: *pH*

  El pH de las heces es interesante en la diarrea en terneros para discriminar la diarrea por hipersecreción de la diarrea por malabsorción. El pH se mide en una solución de 15 gramos de heces mezclada con 85 ml de agua. Un pH superior a 7 dará lugar a una hipersecreción de HCO_3^-, mientras que un pH <6 revelará la presencia de moléculas orgánicas ácidas, y una absorción inefectiva, así como una neofermentación en el intestino grueso.

Consecuencias inmunológicas

- Análisis de anticuerpos
  - *Transferencia de la inmunidad del calostro (TCI, por sus siglas en inglés)*

    La falta de TCI dará un resultado negativo en la salud de los terneros. En el ganado lechero, cuando falla la TCI, se observa una disminución de la ganancia media diaria y la producción de leche pósterior (1ª lactación), así como un aumento de la mortalidad y el desecho (1ª lactación) (Robinson *et al.*, 1988; DeNise *et al.*, 1989). En el ganado de carne, la falta de TCI conduce a un aumento de la morbilidad (sobre todo, problemas respiratorios), la mortalidad de los terneros (pre-destete) y una disminución de la ganancia media diaria, en comparación con el ganado con TCI correcta (Wittum y Perino, 1995). Cabe señalar que el aumento de la ingesta de IgG en terneros de un rebaño con un estado correcto de TCI no dará lugar a una reducción de la mortalidad y la morbilidad.

    Existen diferentes maneras de evaluar si la TCI es correcta o ha fallado. Ambas formas se centran en extraer muestras de sangre de terneros sanos con una edad de entre 2 y 6 días de vida. La prueba de oro o *gold standard* es el método de inmunodifusión radial (RID, por sus siglas en inglés), pero éste no puede realizarse en el campo.

    El método indirecto consiste en medir la proteína total en suero (TPS), utilizando un refractómetro. Realmente, no es un test a pie de ternero y necesita material. Se establece el fallo de la TCI si la TPS está por debajo de 56 g/l. Los terneros no deben estar enfermos o deshidratados. La TPS refleja de forma aproximada la concentración de IgG, pero la proporción puede variar en función de los animales.

    El método directo, en el campo, es un test semi-cuantitativo basado en la coagulación de las gamma-globulinas con glutaraldehído. No necesita material adicional (coste ~6-7€/test). La prueba, desarrollada por la Clínica Ambulatoria de la Universidad de Lieja (Test de IgG en terneros [Calf-IgG-Test], distribuida por NBVC), tiene una Se del 92% y una Sp del 71% (en comparación con el estándar de oro). El rendimiento de la prueba se calcula para limitar las muestras falsas-negativas. Un tiempo de coagulación dentro de un minuto presupone una transferencia adecuada de inmunidad en el joven ternero sano (concentración de IgG en sangre > 10,1 g/l).
  - *Calidad del calostro*

    Igual que en la evaluación de la TCI, la calidad del calostro se puede medir con un método directo o indirecto.

    El método indirecto requiere un calostrómetro (que mide la densidad del calostro). Teniendo en cuenta que alrededor del 50-60% del total de proteínas en el calostro es IgG, un buen calostro debe contener por lo menos 75 g/l de proteína total. También se puede utilizar un refractómetro específico para este propósito.

    El método directo, en el campo, también es un test semi-cuantitativo basado en la coagulación de las gamma-globulinas con glutaraldehído. El calostro fresco se mezcla con una solución de glutaraldehído y se observa el tiempo de coagulación. Un tiempo rápido de coagulación indica un calostro de buena calidad (>50 g/l IgG). La prueba está en realidad en desarrollo por la Clínica Ambulatoria de la Universidad de Lieja, con rendimientos similares (Se/Sp) a los del Calf-IgG-Test.

El agente infeccioso

En el marco de este congreso, sólo se presentan pruebas rápidas que pueden realizarse en 15 minutos a pie de vaca o ternero. El

laboratorio mantiene los *gold standards*, con los mejores valores de Se, Sp y precisión. No se hablará sobre bacteriología de la leche, parasitología ni frotis sanguíneos.

- Inmunoensayos de anticuerpos
  - *Heces*

    La inmunocromatografía lateral se utiliza principalmente para determinar el agente infeccioso en la diarrea de los terneros. Existen varios test disponibles, con precios que varían entre 10-30€ y resultados en 15 minutos. Los principales agentes infecciosos que se pueden encontrar con estas pruebas son *Escherichia coli* (K99, CS31A), *Rotavirus, Coronavirus*, *Cryptosporidium*, *Clostridium perfringens*, *Giardia*. La Se y la Sp pueden variar en función del fabricante y se encuentran entre 64-100% y 92-100%, respectivamente. El veterinario debe tener en cuenta la edad del ternero y los tratamientos que le pueden haber administrado, antes de interpretar los resultados.
- Evidencia del agente biológico
  - *Raspado de la piel*

    Este sencillo método puede mostrar los parásitos de la piel, simplemente rascando la piel hasta hacer sangre, y observando en una hoja con una gota de clorolactofenol en un microscopio (poco aumento, X10). Con este método se pueden identificar *Psoroptes ovis*, *Sarcoptes scabiei*, *Chorioptes bovis*; pero, también, piojos (*Haematopinus*, *Linognathus*, *Damalinia*).

Conclusiones

El diagnóstico de una enfermedad comienza con un buen historial y una exploración clínica correcta. Los análisis complementarios confirman la sospecha clínica y no es el resultado de un análisis complementario el que lleva a la sospecha clínica. Aunque la clínica del bovino es medicina económica, los veterinarios clínicos deben promover el uso de análisis complementarios como factor de pronóstico, en primer lugar; pero, también, como una herramienta pedagógica y de diagnóstico para el ganadero. Estos exámenes permiten al veterinario comunicar y mostrar que están investigando, con nuevas tecnologías, los problemas individuales o del rebaño. Además, algunas enfermedades infecciosas o metabólicas pueden coexistir o ser subclínicas. En estos casos, los análisis complementarios son fundamentales para avanzar en el diagnóstico, el pronóstico y la comunicación en las granjas.

Bibliografía

Buczinski S., Rademacher R.D., Tripp H.M., Edmonds M., Johnson E.G., Dufour S. Assessment of L-lactatemia as a predictor of respiratory disease recognition and severity in feedlot steers. Prev. Vet. Med. 2015, 118, 306-318.

Boulay G., Francoz D., Dore E., Dufour S., Veilette M., Badillo M., Belanger A.M., Buczinski S. Preoperative cow-side lactatemia measurement predicts negative outcome in Holstein dairy cattle with right abomasal disorders. *J. Dairy Sci*. 2014, 97, 212-221.

Coghe J., Uystepruyst C., Bureau F., Detilleux J., Art T., Lekeux P. Validation and prognostic value of plasma lactate measurement in bovine respiratory disease. *Vet. J*. 2000, 160, 139-146.

DeNise S.K., Robinson J.D., Stott G.H. Effect of passive immunity on subsequent production in dairy heifers. *J. Dairy Sci*. 1989, 72, 552-554.

Ewaschuk J.B., Naylor J.M., Palmer R., Whiting S.J., Zello G.A. D-Lactate production and excretion in diarrheic calves. *J. Vet. Intern. Med*. 2004, 18, 744-747.

Geishauser T., Leslie K., Kelton D., Duffield T. Evaluation of five cowside tests for use with milk to detect subclinical ketosis in dairy cows. *J. Dairy Sci*. 1998, 81, 438-443.

Guyot H., Lamain G., Detilleux J., Ramery E. Accuracy of inflammation field tests in cattle practice. *In*: Proceeding of the 6th European Congress of Bovine Health Management, Septembre 2011, Liège, Belgique.

Metzner M., Horber J., Rademacher G. Klee W. Application of the glutaraldehyde test in cattle. *J. Vet. Med. A. Physiol. Pathol. Clin. Med*. 2007, 54, 449-454.

Raboisson D., Clément J., Queney N., Lebreton P., SChelcher F. Detection of bacteriuria and bacteriemia in newborn calves by a catalase-based urine test. *J. Vet. Intern. Med*. 2010, 24, 1532-1536.

Radostits O.M., Gay C.C., Hinchcliff K.W., Constable P.D. Veterinary Medicine. 10th Edition, 2007, Saunders-Elsevier Editors, Philadelphia, pp 2047-2049.

Robinson J.D., Stott G.H., DeNise S.K. Effect of passive immunity on growth and survival in the dairy heifer. *J. Dairy Sci*. 1988, 71, 1283-1287.

Sandholm M. A preliminary report of a rapid method for the demonstration of abnormal gammaglobulin levels in bovine whole blood. *Res. Vet. Sci*. 1974, 17, 32-35.

Schalm O.W., Noorlander D.O. Experiments and observations leading to development of the California mastitis test. *J. Am. Vet. Med. Assoc*. 1957, 130, 199-204.

Scott P.R. The collection and analysis of cerebrospinal fluid as an aid to diagnosis in ruminant neurological disease. *Br. Vet. J*. 1995, 151, 603-614.

Wittek T., Grosche A., Locher L., Alkaassem A., Fürll M. Biochemical constituents of peritoneal fluid in cows. *Vet. Rec*. 2010, 166, 15-19.

Wittum T.E., Perino L.J., Passive immune status at postpartum hour 24 and long-term health and performance of calves. *Am. J. Vet. Res*. 1995, 56, 1149-1154.

CALVING MANAGEMENT FROM THE EMPLOYEE PERSPECTIVE AND EFFECT OF HYPOCALCEMIA ON IMMUNE FUNCTION AND METRITIS IN DAIRY CATTLE

Carlos A. Risco
DVM, Dipl. ACT
College of Veterinary Medicine
University of Florida
Gainesville, Florida
RiscoC@ufl.edu

Introduction

Dystocia and milk fever (parturient hypocalcemia) in dairy cattle results in economic losses by increasing the risk for culling, lowering fertility and milk production (Curtis *et al.*, 1983; Lombard *et al.*, 2007). A Colorado study that considered 7,350 calvings, reported that 51.2% of primiparous cows required assistance, and 29.4% of the multiparous cows, while the percentage of stillborn calves was 8.2% overall (Lombard *et al*, 2007). The authors also showed that the risk for health and survival of dairy calves was greater for bull calves versus heifer calves, for twins versus singletons, and for calves involved in a dystocia versus those born by spontaneous delivery. Considering this relatively high incidence of dystocia and the fact that on many dairy farms the majority of these cases are handled by farm employees, proper obstetrical care training for dairy employees is a top priority in a herd health program.

Milk fever or the clinical from of hypocalcemia has been associated with postpartum health disorders that affect fertility and production (Curtis *et al.*, 1983). Cows with milk fever become recumbent and if not treated early can die. In contrast, the sub-clinical form of hypocalcemia is more common; and in this condition, the lower blood calcium concentration does not cause recumbence but does affect organ and immune function affecting health and productivity (Risco *et al.*, 1984, 1994; Martinez-Patino *et al.*, 2012, 2014) Consequently, there has been a resurgence of interest to improve therapeutic strategies to reduce the incidence of not only milk fever, but sub-clinical hypocalcemia as well.

The aim of this paper is to provide the veterinarian with guidelines to train farm employees for intervention in early obstetrical care. In addition, the paper discusses the pathophysiology of sub-clinical hypocalcemia as a risk factor for metritis and therapeutic considerations for treatment of sub clinical hypocalcemia.

Attention to dystocic calving's

On dairy farms, the herd veterinarian cannot personally attend to all obstetrical problems and is generally delegated to employees with varying degrees of knowledge and skills in obstetrics. Both inappropriate attention and delays lead to injuries to the calf or the dam, or to both. Therefore, veterinarians have an opportunity to reduce the sequalea to dystocia, by providing farm employees with the necessary training that emphasizes first – aid calving assistance to get employees away from using improper techniques for delivering calves. The training program should be able to provide clear recommendations on the signs of imminent birth over time (calving process), when and how it is appropriate to intervene, and hygiene practices among others (Schuenemann *et al.*, 2012).

Describing the signs and timing of normal as well as dystocic calvings is critical to determine when to assist cows with dystocia. An observational study evaluated the time from the appearance of the amnionic sac (AS) or feet outside the vulva to birth in Holstein cows with dystocia or without assistance (eutocia) at calving and to estimate reference times to be used as guidelines for obstetrical intervention (Schuenemann *et al.*, 2012). The normal range of times from the appearance of AS or feet outside the vulva to birth was estimated based on the mean + 2 standard deviations (SD) of unassisted births. Cows with dystocic births had a longer time from AS appearance to birth and increased incidence of stillbirth compared with cows with eutocic calvings. After the appearance of the AS, calving progress was evident every 15 min for eutocic births. The estimated reference times (mean + 2 SD) from AS appearance to birth were 69.7 min and from feet appearance to birth were 64.6 min for eutocic births. Findings from this study suggested that if progress stops, calving personnel should start assisting cows 70 min after AS appearance (or 65 min after feet appearance) outside the vulva. These reference times should be interpreted in combination with adequate obstetrical knowledge and examination. Interestingly, according to the National Animal Health Monitoring (NAHMS) System, 95% of dairy operators surveyed reported that they examine or assist cows within 3 hours of the AS appearance at the vulva (USDA, 2010). The NAHMS report in view of the study by Schuenemann *et al.* (2011) indicates that dairy farm employees are assisting cows with difficult birth too late!

A case report by Kristula and Smith (2011), illustrates how a farm specific training program designed to train employees to properly manage the dairy cow at parturition can improve animal health on the dairy. The dairy had a history of an unacceptable incidence of intrapelvic inflammation and metritis requiring extended systemic antibiotics. The protocol at the farm included moving cows to the maternity pen at the beginning of parturition (Stage 1). Farm employees were provided with a review and demonstrations of sound obstetrical procedures and the maternity protocol was revised to move cows to the calving pen during the second stage of labor. Following implementation of the new protocol, average calving ease scores and proportion of cows with veterinary diagnosed metritis, antibiotic use, and still born calves in 2009 were compared to the herd's previous records from 2008. The following results were obtained:

- There was a decrease in the proportion of cows delivering bull or heifer calves that received antibiotic treatment for metritis.
- There was a significant decrease in both average calving ease scores and percent of either heifer or bull calves delivered requiring assistance.

- Overall moving cows directly to the maternity pen in stage 2 labor from the prepartum pen was an acceptable cow movement strategy on this dairy by lowering the incidence of calving assistance.

Results from this study show that the veterinarian is ideally suited to provide farm-specific employee training, and well trained employees managing dairy cows at calving will improve postpartum dairy cow health and welfare.

For further reference on bovine obstetrics and reproduction in general go to the Bovine Reproduction Guide (Drost, 2000; http://drostproject.org).

Association of hypocalcemia immune function and metritis

Hypocalcemia is a stressor and cortisol is a major contributor to immune suppression. Typically, cows have a 3-4 fold increase in plasma cortisol as a component of the parturition process. However, sub clinically hypocalcemic cows can have a 5-7 fold increase in plasma cortisol on the day of parturition and cows with milk fever may exhibit plasma cortisol concentration that are 10-15 fold higher than pre-calving plasma cortisol concentration (Horst *et al.*, 1982). Because immune suppression has been reported to begin 1-2 weeks pre partum (Kehrli *et al.*, 1998a,b; Horst *et al.*, 1982) and the surge of cortisol is confined to the day of parturition, cortisol probably plays more of a contributing than a causal role in immune suppression.

The response of immune cells is complex. Generally, a compound such as a cytokine will bind to receptors on the immune cell surface, which then initiates an increase in intracellular calcium concentration which acts as a second messenger to alter intracellular metabolism, initiating an immune response of the cell. The source of calcium for this response is from the endoplasmic reticulum and mitochondria of the cell. Hypocalcemia appears to interfere with the activation of immune cells (Kimura *et al.*, 2006). As hypocalcemia develops in the extra cellular fluid, there is also a concomitant reduction of calcium in the endoplasmic reticulum of the immune cells. As a result of the insufficient stores of calcium in the endoplasmic reticulum, the response of immune cells to activating stimuli is blunted in cows with hypocalcemia.

A series of experiments at the University of Florida (Martinez *et al.*, 2012; 2014) were conducted to establish the associations between suboptimal blood calcium (Ca) concentrations, immune function, physiological responses and uterine infections.

Martinez-Patino *et al* (2012), evaluated the peripartal Ca concentration in cows at low or high risk (dystocia, retained placenta) of developing metritis during the first 12 days postpartum. On the basis of receiver operator characteristic curves, sub clinical hypocalcemia was defined as a serum Ca concentration ≤ 8.59 mg/dL (< 2.124 mM) in at least 1 sample in the first 3 days postpartum. Cows with sub clinical hypocalcemia (< 8.59 mg/dl) had elevated concentrations of NEFA and BHBA in serum during the first 12 days in milk (DIM), reduced neutrophil function and increased risk of developing metritis, compared to normocalcemic (NC) cows. This increased incidence of metritis was observed regardless of the risk group (high *vs*. low) for metritis at calving. Interestingly, the ability to maintain calcium concentration in blood in the first three days after calving was more important than the absolute calcium concentration; the greater the drop in calcium concentration in the first three days postpartum, the greater the probability of developing metritis later in lactation (figure 1).

Martinez-Patino *et al* (2014), induced sub clinical hypocalcemia (iCa < 1.00 mM) in healthy nonlactating dairy cows, simulating the loss of Ca of an early postpartum dairy cow. Cows with sub clinical hypocalcemia had reduced rumen contractions and dry matter intake, decreased concentrations of insulin in plasma, likely by compromised pancreatic release of the hormone, which explains the increased concentrations of blood glucose and lipid mobilization based on elevation in plasma NEFA concentrations. Cows induced to develop sub clinical hypocalcemia had a faster decline of cytosolic iCa in neutrophils after ionophores stimulation, which likely explains the compromised phagocytic and oxidative burst activities of these cells against pathogenic bacteria. Results from this study suggest that increased risk of diseases observed in cows that develop sub clinical hypocalcemia in early lactation is, in part, caused by suppressed function of immune cells mediated by reduced cytosolic iCa concentrations.

Calcium therapeutic considerations

One common approach to reduce the incidence of clinical hypocalcemia (milk fever) on dairy farms is to feed anionic salts prepartum (Charbonneau *et al.*, 2006). However, despite the use of anionic salts, the prevalence of sub clinical hypocalcemia has been estimated to affect 25 and 47% of primiparous and multiparous cows, respectively (Reinhardt *et al.*, 2011). Indicating that a relatively large number of dairy cows are at risk to develop hypocalcemia related disorders, despite feeding anionic diets.

In cases of clinical or sub-clinical hypocalcemia, calcium therapy by intravenous (IV) or oral route, are directed at replacing and maintaining normal plasma calcium concentration. In cases of milk fever immediate parenteral, IV calcium therapy (8.5 to 11.5 g Ca) to prevent death is warranted. However, oral calcium supplementation is the best approach for hypocalcemic cows that are still standing, such as cows in stage 1 hypocalcemia or who have undetected sub clinical hypocalcemia (Oetzel, 2011). Blanc *et al* (2014), reported that prophylactic treatment of subclinical hypocalcemia at parturition with intravenous Ca resulted in total serum Ca that reached hypercalcemic levels (peaking 1 h after treatment initiation) that later declined to hypocalcemic levels (nadir at 24 hours). Total serum Ca was significantly higher for cows treated intravenously with Ca at 1, 2, and 4 hours after treatment than for untreated and oral Ca treated cows. However, total serum Ca was lower for cows treated with Ca intravenously than for cows treated with oral Ca at 20, 24, and 36 hours and was lower than for control cows at 36 and 48 hours. Whether or not this transient change in Ca homeostasis in cows treated with intravenous Ca has a detrimental effect on health by predisposing them to hypocalcemia after treatment warrants further research.

Oral supplementation of soluble calcium salts are commercially available to treat sub clinical hypocalcemia and prevent relapses in milk fever cases after intravenous calcium treatment. Oral calcium compounds have been developed to take advantage of passive diffusion of ionized calcium across cellular tight junctions in the rumen and intestines. Passive diffusion is dose dependent and dosages of 50 to 75 gms of calcium are needed to drive the passive absorption process (Goff & Horst, 1994): The following compounds listed below are the most commonly used:

- Calcium chloride (36% Ca): is effective but can induce metabolic acidosis and therefore should be used with caution in cows fed an anionic prepartum. In addition, this compound is corrosive and may result in esophageal tissue necrosis.
- Calcium propionate (21% Ca): this compound may be preferred because it is less irritating, does not induce metabolic acidosis and provides propionate as a glucose precursor. Supplying 250 to 75 g calcium propionate provides 54 to 75 g Ca, respectively.

The effect of oral Ca supplementation in early postpartum dairy

cows has been studied with contrasting results. A study by Stokes *et al.* (2001) reported that cows supplemented with 146 g of Ca as Ca propionate, or 300 ml of propylene glycol had no effect in plasma concentrations of Ca and glucose, or milk yield compared with control cows. However, cows treated with Ca propionate had increased concentrations of plasma NEFA, and reduced incidence of metritis compared to control and propylene glycol cows. Another study performed by Melendez *et al.* (2003) evaluated the effect of no oral Ca, 60 g of Ca as CaCl2, 110 g of Ca as Ca propionate in combination with 400 g of propylene glycol on calving-related disorders, fertility and milk yield. The results showed no effect of treatment on incidence of diseases, milk yield or reproductive performance. A study performed by Oetzel (1996) evaluated the effects of supplementation with oral Ca on incidence of hypocalcemia and early postpartum diseases. The treatments consisted in no oral Ca, or 54 g of oral Ca as CaCl2 gel containing 1.5 g of Mg and 8.2 g of P to cows 12 h before expected calving, immediately after calving, at 12 and at 24 h after calving. Treatment with 54 g of oral Ca increased serum Ca concentrations by 0.72 mg/dL during the first 2 days postpartum, and reduced the incidence of clinical and subclinical hypocalcemia, but no effect of treatment was found for retained placenta but it did reduced the incidence of displaced abomasum. A more recent study by Oetzel and Miller (2012) evaluated the effect of oral administration of 2 doses of 43 g of Ca as CaCl2 and CaSO4, one after calving and the second one 8 to 35 h later, on health and milk yield. The authors observed no differences in serum Ca concentrations, but a reduced the incidence of health events in the first 30 d postpartum in cows considered to be lame. In addition, cows with a previous lactation mature equivalent greater than 105% of herd average produced 2.9 kg more milk in the first test postpartum when treated with Ca compared with untreated controls in the same milk category.

A concern with oral Ca supplementation is the duration of the increase in blood Ca concentrations, which has been reported between 2 and 8 hours after treatment (Goff, 2000, 2003; Van Saun, 2007, Martinez-Patino, 2015, unpublished). This short duration of an increase in blood Ca, contributes to the conflicting results aforementioned and further research is needed on the value of oral calcium supplementation on postpartum dairy cattle health.

Summary

Successful reproductive performance is critical to the economic viability of a dairy operation that starts with the recognition of the relationship of healthy cows and reproductive efficiency. Because postpartum health has a major impact on fertility of dairy cows, it is essential that herd health programs be designed to minimize the risk and reduce the prevalence of periparturient diseases such as hypocalcemia and include employee training for proper obstetrical procedures to reduce the impact of dystocia on health.

References

Blanc CD, Van der List M,Aly SS, Rossow HH, and Silva-del-Río N. 2014. Blood calcium dynamics after prophylactic treatment of subclinical hypocalcemia with oral or intravenous calcium. J. Dairy Sci. 91:1-6.

Charbonneau E., Pellerin D and Oetzel GR. 2006. Impact of lowering dietary cation-anion difference in nonlactating dairy cows: a meta-analysis. J. Dairy Sci. 89:537-548.

Curtis CR, Erb HN and Sniffen LJ. 1983. Association of parturient hypocalcemia with eight periparturient disorders in Holstein cows. *J Am Vet Med Assoc*. 183: 559-561.

Goff JP: 2000. Pathophysiology of calcium and phosphorus, disorders. Vet Clin North Am Food Anim Pract. 16: 319-337

Goff JP, Horst RL. 1993. Oral administration of calcium salts for treatment of hypocalcemia in cattle. *J Dairy Sci*. 76:101-110.

Goff JP and Horst RL. 1994. Calcium salts for treating hypocalcemia: carrier effects, acid-base balance, and oral versus rectal administration. *J Dairy Sci*. 77:1451-1460.

Horst RL, Jorgensen NA. 1982. Elevated plasma cortisol during induced and spontaneous hypocalcemia in ruminants. J. Dairy Sci. 65: 2332 – 2340.

Kehrli ME, Nonnecke BJ, and Roth A. 1998 (a) Alterations in bovine neutropil function during the periparturient period. Am. J. Vet. Res. 50: 207 – 214.

Kehrli ME, Nonnecke BJ, and Roth A. 1998 (b). Alterations in bovine neutrophil function during the periparturient period. Am. J. Vet. Res. 50: 215-222.

Kimura K, Reinhardt TA and Goff JP. 2006. Parturition and hypocalcemia blunts calcium signals in immune cells of dairy cattle. J. Dairy Sci. 89: 2588 – 2595.

Kristula M and Smith BI. 2011. Case Report – Veterinary farm specific employee training to manage daircows at calving time. 2011. The Bovine Practitioner, pages 78-81.

Lombard JE, Garry FB, Tomlinson F.M and Garber, L.P. (2007). Impacts of Dystocia on Health and Survival of Dairy Calves. Journal of Dairy Science 90: 1751-1760.

Melendez P, Donovan GA, Risco CA, Littell R and Goff JP. 2003. Effect of calcium-energy supplements on calving-related disorders, fertility and milk yield during the transition period in cows fed anionic diets. Theriogenology 60:843-854.ractitioner, 78 – 86.

Martinez N, Risco CA, Sinedino LDP, Bisinotto RS, Ribeiro ES, Gomes GS, Lima FS, Greco LS, Taylor-Rodriguez D, Driver JP, Thatcher WW, and Santos JEP. 2014. Effect of induced subclinical hypocalcemia on clinical parameters and function of immune cells in dairy Cows. J. Dairy Sci. 97:1–14.

Martinez N 2, Risco CA, Fima FS, Bisinnotto RS, Greco LF, Ribeiro ES, Maunsell F, Galvao K, Santos JEP. 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.

Oetzel GR. Non-infectious diseases: milk fever. In: Fuquay JW, McSweeney PL, editors. Encyclopedia of dairy sciences, vol. 2. San Diego (CA): Academic Press; 2011. p. 239–45.)

Oetzel, GR. 1996. Effect of calcium chloride gel treatment in dairy cows on incidence of periparturient diseases. J. Am. Vet.Med. Assoc. 209:958-961.

Oetzel GR, and Miller BE. 2012. Effect of oral calcium bolus supplementation on early-lactation health and milk yield in commercial dairy herds. J. Dairy Sci. 95:7051–7065.

Reinhardt TA, Lippolis JD, McCluskey BJ, Goff JP, and Horst RL. 2011. Prevalence of subclinical hypocalcemia in dairy herds. Vet. Journal. 188:122-124

Risco CA, Reynolds JP and Hird D.1984. Uterine prolapse and hypocalcemia in dairy cows. JAVMA, 1984; 185: 1517-1521.

Risco CA, Drost M and Thatcher WW. 1994. Effects of retained fetal membranes, milk fever, uterine prolapse or pyometra on postpartum uterine and ovarian activity in dairy cows. *Theriogenology*; 42:183-190.

Schuenemann GM, Nieto I, Bas S, Galvão KN, and Workman J. 2011. Assessment of calving progress and reference times for obstetric intervention during dystocia in Holstein dairy cows. Journal of Dairy Science 94:5494-5501

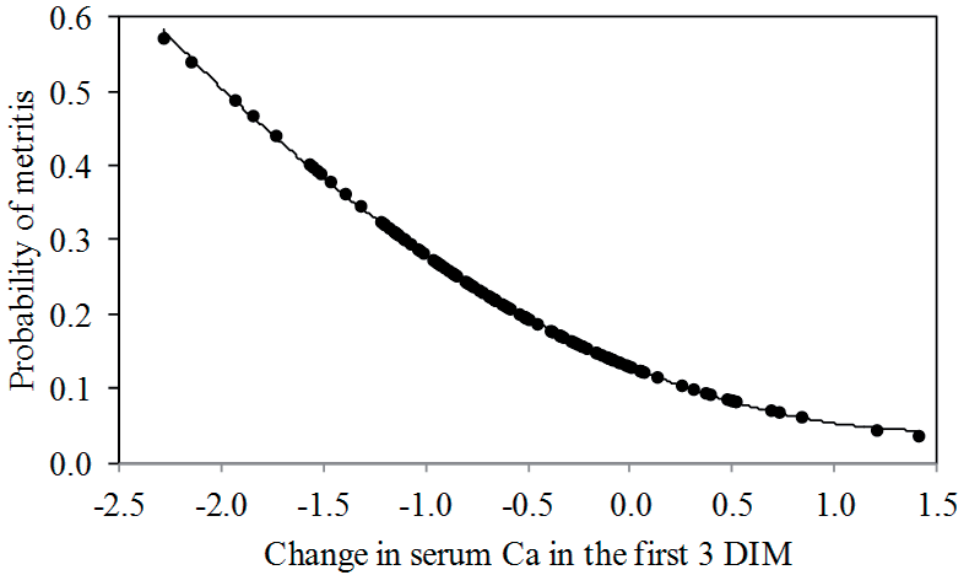


Figure 1. Probability of metritis relative to the change in serum Ca concentrations between the day of calving and the lowest serum Ca concentration within the first 3 days postpartum. Cows are represented by dots in the figure. Negative values in the X axis indicate a drop in Ca after calving; a positive value indicates an increase in serum Ca after calving. Effect of change in serum Ca on probability to develop metritis (*P*< 0.05). Martinez-Patino *et al.*, (2012)

USDA. 2010. Dairy 2007, Heifer Calf Health and Management Practices on U.S. Dairy Operations, 2007. USDA:APHIS:VS, CEAH, Fort Collins, CO.

Van Saun RJ. 2007. Metabolic and nutritional diseases of the puerperal period. In: Youngquist RS, Threlfall WR, eds. Large Animal Theriogenology. St. Louis: Saunders, 355-378.

TRADUCCIÓN AL CASTELLANO ▼

Manejo del parto desde la perspectiva de los empleados y efecto de la hipocalcemia sobre la función inmune y la metritis en el vacuno lechero

Dr. Carlos Risco

Facultad de Veterinaria

Universidad de Florida, Gainesville, Florida

RiscoC@ufl.edu

Introducción

La distocia y la fiebre de leche (hipocalcemia puerperal) en el ganado lechero causan pérdidas económicas por el aumento del riesgo de desecho y por el descenso de la fertilidad y de la producción de leche (Curtis *et al.*, 1983; Lombard *et al.*, 2007). Un estudio en Colorado, que consideró 7.350 partos, reportó que el 51,2% de las vacas primíparas requirieron asistencia, frente al 29,4% de las vacas multíparas; mientras que el porcentaje de terneros nacidos muertos fue del 8,2% en general (Lombard *et al.*, 2007). Los autores también mostraron que el riesgo para la salud y la supervivencia de los terneros de leche era mayor para los terneros machos que para las terneras, para los gemelos que para los partos únicos, y para los terneros implicados en una distocia que para los nacidos por parto espontáneo. Teniendo en cuenta esta relativamente alta incidencia de distocia y el hecho de que en muchas explotaciones lecheras la mayoría de estos casos son manejados por los empleados de la granja, un entrenamiento adecuado en cuidados obstétricos para los empleados de la lechería es una prioridad principal en un programa de salud del rebaño.

La fiebre de leche o la forma clínica de hipocalcemia se han asociado con problemas de salud postparto que afectan a la fertilidad y la producción (Curtis *et al.*, 1983). Las vacas con hipocalcemia están caídas y, si no se tratan pronto, se pueden morir. Por el contrario, la forma subclínica de hipocalcemia es más común; y en esta condición, la baja concentración de calcio en sangre no provoca la caída, pero sí incide sobre la función de los órganos y el sistema inmunitario, afectando la salud y la productividad (Risco *et al.*, 1984, 1994; Martínez-Patino *et al.*, 2012, 2014). Por consiguiente, ha resurgido el interés por mejorar las estrategias terapéuticas para reducir la incidencia de no sólo la fiebre de leche, sino también de la hipocalcemia subclínica.

El objetivo de este documento es proporcionar al veterinario unas directrices para formar de manera práctica a los empleados de las granjas en la intervención en el cuidado obstétrico temprano. Además, este trabajo analiza la fisiopatología de la hipocalcemia subclínica como factor de riesgo para la metritis y las consideraciones terapéuticas para el tratamiento de la hipocalcemia subclínica.

Atención de partos distócicos

En las granjas lecheras, el veterinario del rebaño no puede atender personalmente todos los problemas obstétricos, que son generalmente delegados en empleados con diferentes grados de conocimiento y capacidad en obstetricia. Tanto la atención inapropiada como los retrasos conducen a lesiones en el ternero o la madre, o ambos. Por lo tanto, los veterinarios tienen la oportunidad de reducir las secuelas de las distocias, proporcionando a los empleados de las granjas el entrenamiento necesario, que enfatiza los primeros auxilios de asistencia al parto para alejar a los empleados de las técnicas inapropiadas para los partos de terneros. El programa de formación práctica debería ser capaz de proporcionar recomendaciones claras sobre las señales de parto inminente a lo largo del tiempo (proceso de parto),

cuándo y cómo es apropiado intervenir, y las prácticas higiénicas, entre otros (Schuenemann *et al.*, 2012).

Describir las señales y los tiempos de los partos normales, así como, los distócicos, es fundamental para determinar cuándo asistir a una vaca con distocia. Un estudio observacional evaluó el tiempo desde la aparición del saco amniótico (SA) o las pezuñas fuera de la vulva hasta el nacimiento en vacas holstein con distocia o sin asistencia (eutocia) en el parto, para calcular los tiempos de referencia que se utilizarían como directrices para la intervención obstétrica (Schuenemann *et al.*, 2012). El rango normal de los tiempos desde la aparición del SA o las pezuñas fuera de la vulva hasta el nacimiento se estimó en dos veces la desviación típica (DT) de la media de tiempo de los partos no asistidos. Las vacas con partos con distocia tuvieron tiempos más largos desde la aparición del SA hasta el nacimiento y una mayor incidencia de muerte fetal que las vacas con partos eutócicos. Tras la aparición del SA, el progreso en el parto se hacía evidente cada 15 minutos en los partos eutócicos. Los tiempos de referencia estimados (media +2 DT) desde la aparición del SA hasta el nacimiento fueron de 69,7 minutos y, desde la aparición de las pezuñas hasta el nacimiento, de 64,6 minutos, en los partos eutócicos. Los hallazgos de este estudio sugieren que, si el proceso se interrumpe, el personal del parto debería empezar a asistir a las vacas a los 70 minutos desde la salida del SA de la vulva (o a los 65 minutos de la aparición de las pezuñas). Estos tiempos de referencia se deben interpretar en combinación con unos conocimientos y una exploración obstétricos adecuados. Curiosamente, de acuerdo con el Sistema Nacional de Monitoración en Salud Animal (NAHMS, por sus siglas en inglés), el 95% de los obreros lecheros encuestados reportaron que ellos examinaban o asistían a las vacas a las 3 horas desde la aparición del SA en la vulva (USDA, 2010). El informe del NAHMS en vista del estudio de Schuenemann *et al.* (2011) indica que los empleados de las granjas lecheras asisten a las vacas con partos difíciles ¡demasiado tarde!

El informe de un caso de Kristula y Smith (2011) muestra cómo un programa de entrenamiento específico diseñado para formar de manera práctica a los empleados en el manejo adecuado de las vacas lecheras durante el parto puede mejorar la salud animal en la explotación. La granja lechera tenía un historial de una incidencia inaceptable de inflamaciones intrapélvicas y metritis que precisaban tratamientos antibióticos sistémicos prolongados. El protocolo en la granja incluía el traslado de las vacas al parque de maternidad al comienzo del parto (etapa 1). Se proporcionó a los empleados de la granja una revisión y demostraciones de procedimientos obstétricos sólidos y se revisó el protocolo de maternidad para trasladar a las vacas al parque de maternidad durante la segunda etapa del parto. Tras la implementación del nuevo protocolo, se compararon los datos de puntuación de facilidad de parto media y proporción de vacas con metritis diagnosticada por un veterinario, uso de antibióticos y terneros nacidos muertos en el 2009, con los registros anteriores del rebaño del 2008. Se obtuvieron los siguientes resultados:

- Se redujo la proporción de vacas que parieron terneros, machos o hembras, que recibieron tratamiento antibiótico por metritis.
- Hubo una disminución significativa tanto en las puntuaciones de facilidad de parto medias como en el porcentaje de partos (de teneros machos o hembras) que necesitaron asistencia.
- En general, el mover las vacas directamente al parque de maternidad en la etapa 2 del parto desde el parque de preparto fue una estrategia de movimiento de vacas aceptable en esta granja, al bajar la incidencia de asistencias al parto.

Los resultados de este estudio muestran que el veterinario es idóneo para proporcionar una formación práctica específica para la granja a los empleados y que unos trabajadores bien entrenados en el manejo de vacas lecheras durante el parto mejorarán la salud y el bienestar de las vacas lecheras durante el postparto.

Para más referencias sobre obstetricia bovina y reproducción en general, acuda a la Guía de Reproducción Bovina (Drost, 2000; http://drostproject.org).

Relación entre la hipocalcemia, la función inmune y la metritis

La hipocalcemia es un factor estresante y el cortisol es un uno de los principales factores de inmunosupresión. Normalmente, el nivel cortisol en plasma aumenta 3-4 veces en las vacas durante el parto. No obstante, las vacas con hipocalcemia subclínica pueden mostrar un aumento de 5-7 veces en el nivel de cortisol en plasma el día del parto y las vacas con fiebre de leche pueden mostrar concentraciones de cortisol en plasma 10-15 veces mayores que las concentraciones de cortisol en plasma antes del parto (Horst *et al.*, 1982). Dado que se ha reportado que la inmunosupresión comienza 1-2 semanas antes del parto (Kehrli *et al.*, 1998a, b; Horst *et al.*, 1982) y que el aumento del cortisol se limita al día del parto, el cortisol probablemente juega un papel contribuyente más que causal en la supresión inmune.

La respuesta de las células inmunitarias es compleja. Normalmente, un compuesto como la citoquina se unirá a los receptores en la superficie de las células inmunes, lo que inicia un aumento en la concentración intracelular de calcio, que actúa como un segundo mensajero para alterar el metabolismo celular, iniciando la respuesta inmune de la célula. La fuente de calcio para esta respuesta viene del retículo endoplasmático y las mitocondrias de la célula. La hipocalcemia interfiere con la activación de las células inmunes (Kimura *et al.*, 2006). Como la hipocalcemia se desarrolla en el fluido extracelular, también hay una reducción concomitante de calcio en el retículo endoplasmático de las células inmunológicas. Como resultado del insuficiente almacén de calcio en el retículo endoplasmático, la respuesta de las células inmunes a los estímulos activadores se debilita en vacas con hipocalcemia.

Una serie de experimentos se llevaron a cabo en la Universidad de Florida (Martínez *et al.*, 2012; 2014) para establecer las conexiones entre las concentraciones subóptimas de calcio (Ca) en sangre, la función inmune, las respuestas fisiológicas y las infecciones uterinas.

Martínez-Patino *et al.* (2012) evaluaron la concentración de Ca en el periparto en vacas con alto o bajo riesgo (distocia, retención placentaria) de desarrollar metritis durante los primeros 12 días postparto. Sobre la base de curvas ROC (Receiver Operator Characteristics –Características Operativas del Receptor–), se definió la hipocalcemia subclínica como una concentración de Ca en suero ≤ 8,59 mg/dl (< 2,124 mM) en al menos 1 muestra en los primeros 3 días postparto. Las vacas con hipocalcemia subclínica (< 8,59 mg/dl) tenían concentraciones elevadas de ácidos grasos no esterificados (NEFA, por sus siglas en inglés) y ácido beta-hidroxibutírico (BHBA, por sus siglas en inglés) en suero durante los primeros 12 días en leche (DEL), función neutrófila reducida y mayor riesgo de desarrollar metritis, en comparación con vacas normocalcémicas (NC). Se observó esta mayor incidencia de metritis independientemente del grupo de riesgo (alto *vs*. bajo) de metritis en el parto. Curiosamente, la capacidad para mantener la concentración de calcio en sangre en los tres primeros días después del parto fue más importante que la concentración absoluta de calcio; cuanto mayor era la caída en la concentración de calcio en los tres primeros días postparto,

mayor probabilidad había de desarrollar metritis más adelante en la lactación (figura 1).

Martínez-Patino *et al.* (2014) indujeron hipocalcemia subclínica (iCa < 1.00 mM) en vacas lecheras sanas no lactantes, simulando la pérdida de Ca de una vaca lechera en postparto temprano. Las vacas con hipocalcemia subclínica tuvieron una reducción en las contracciones del rumen y en la ingesta de materia seca, unas menores concentraciones de insulina en plasma, probablemente por una liberación pancreática alterada de la hormona (lo que explica las mayores concentraciones en sangre de glucosa y la movilización de lípidos basada en la elevación de las concentraciones de NEFA en plasma). Las vacas inducidas a desarrollar hipocalcemia subclínica tuvieron un descenso más rápido de iCa citosólico en los neutrófilos después de la estimulación con ionóforos, que probablemente explica la alteración de las actividades fagocíticas y de destrucción oxidativa de estas células frente a las bacterias patógenas. Los resultados de este estudio sugieren que el mayor riesgo de enfermedad observado en las vacas que desarrollan hipocalcemia subclínica en la lactación temprana es causado, en parte, por la supresión de la función de las células inmunes, mediada por las concentraciones de iCa citosólico reducidas.

Consideraciones terapéuticas del calcio

Un enfoque común para reducir la incidencia de hipocalcemia clínica (fiebre de leche) en las granjas lecheras es aportar en el alimento sales aniónicas en el preparto (Charbonneau *et al.*, 2006). Sin embargo, a pesar del uso de las sales aniónicas, se ha estimado que la prevalencia de la hipocalcemia subclínica afecta al 25% y 47% de las vacas primíparas y multíparas, respectivamente (Reinhardt *et al.*, 2011). Esto indica que un número relativamente alto de vacas lecheras corren riesgo de desarrollar problemas relacionados con la hipocalcemia, a pesar de tener dietas aniónicas.

En casos de hipocalcemia clínica o subclínica, el tratamiento con calcio por vía intravenosa (IV) u oral está dirigido a restituir y mantener una concentración de calcio en plasma normal. En casos de fiebre de leche, un tratamiento con calcio IV parenteral inmediato (entre 8,5 y 11,5 g Ca) está justificado para evitar la muerte. No obstante, los suplementos de calcio por vía oral son el mejor enfoque para las vacas hipocalcémicas que todavía están en pie, como las vacas en la etapa 1 de hipocalcemia o que tienen hipocalcemia subclínica no percibida. Blanc *et al.* (2014) reportaron que el tratamiento profiláctico de la hipocalcemia subclínica durante el parto con Ca intravenoso resultaba en un Ca total en suero que alcanzaba niveles hipercalcémicos (pico 1 hora después del inicio del tratamiento) y después descendía hasta niveles hipocalcémicos (nadir a las 24 horas). El Ca total en suero fue significativamente mayor en las vacas tratadas con Ca intravenoso 1 hora, 2 horas y 4 horas después del tratamiento que en las vacas no tratadas o tratadas con Ca por vía oral. No obstante, el Ca total en suero fue menor en las vacas tratadas con Ca por vía intravenosa que en las vacas tratadas con Ca por vía oral a las 20, 24 y 36 horas y fue más bajo que en las vacas control a las 36 y 48 horas. Que este cambio temporal en la homeostasis del Ca en las vacas tratadas con Ca por vía intravenosa tenga o no un efecto perjudicial sobre la salud de las mismas por predisponerlas a la hipocalcemia después del tratamiento, justifica una mayor investigación.

Los suplementos orales de sales de calcio solubles están disponibles en el mercado para tratar la hipocalcemia subclínica y prevenir las recaídas en los casos de fiebre de leche después de un tratamiento intravenoso de calcio. Los compuestos orales de calcio se han desarrollado para aprovechar la difusión pasiva del calcio ionizado a través de las uniones estrechas celulares en el rumen y los intestinos. La difusión pasiva depende de la dosis y se necesitan dosis de entre 50 y 75 gramos de calcio para impulsar el proceso de absorción pasiva (Goff & Horst, 1994). Los compuestos enumerados a continuación son los más utilizados:

- Cloruro de calcio (36% Ca): es efectivo pero puede provocar acidosis metabólica y, por tanto, debe utilizarse con cautela en vacas alimentadas con aniónicos en el preparto. Además, este compuesto es corrosivo y puede causar necrosis en el tejido esofágico.
- Propionato de calcio (21% Ca): este compuesto puede ser preferible porque es menos irritante, no provoca acidosis metabólica y proporciona propionato como precursor de glucosa. La mayoría de los productos de propionato de calcio disponibles proporcionan entre 53 y 75 gramos de calcio y, 400 gramos de propionato.

El efecto de los suplementos de Ca por vía oral en vacas lecheras durante el postparto temprano se ha estudiado con resultados diversos. Un estudio realizado por Stokes *et al.* (2001) reportó que en las vacas suplementadas con 146 g de Ca en forma de propionato de calcio, o 300 ml de propilenglicol, no se vio ningún efecto sobre las concentraciones de Ca y glucosa en plasma, o en la producción de leche, en comparación con las vacas control. Sin embargo, las vacas tratadas con propionato de calcio tenían unas mayores concentraciones de NEFA en plasma y una menor incidencia de metritis, en comparación con las vacas control y las vacas tratadas con propilenglicol.

Otro estudio, realizado por Meléndez *et al.* (2003), evaluó el efecto del Ca no oral, 60 g de Ca en forma de $CaCl_2$, 110 g de Ca en forma de propionato de Ca en combinación con 400 g de propilenglicol sobre los trastornos relacionados con el parto, la fertilidad y la producción de leche. Los resultados no mostraron ningún efecto del tratamiento sobre la incidencia de enfermedades, la producción de leche o el rendimiento reproductivo.

Un estudio, llevado a cabo por Oetzel (1996), evaluó los efectos de los suplementos con Ca por vía oral sobre la incidencia de hipocalcemia y enfermedades en el postparto temprano. Los tratamientos consistían en administrar Ca no oral, o 54 g de Ca oral en forma de un gel de $CaCl_2$, que contenía 1,5 g de Mg y 8,2 g de P, a las vacas 12 horas antes del parto esperado, inmediatamente después del parto y a las 12 y 24 horas después del parto. El tratamiento con 54 g de Ca oral aumentó las concentraciones de calcio en suero en 0,72 mg/dl durante los dos primeros días postparto y redujo la incidencia de hipocalcemia clínica y subclínica; pero no se vio ningún efecto del tratamiento sobre la retención placentaria; aunque sí redujo la incidencia de desplazamiento del abomaso.

Un estudio más reciente de Oetzel y Miller (2012) observó el efecto de la administración oral de 2 dosis de 43 g de Ca en forma de $CaCl_2$ y $CaSO_4$, una después del parto y la segunda entre 8 y 35 horas después, sobre la salud y la producción de leche. Los autores no observaron diferencias en las concentraciones de Ca en suero; pero sí una reducida incidencia de eventos de salud en los primeros 30 días postparto en vacas consideradas cojas. Además, las vacas con una lactación anterior, ajustada por paridad, del 105% respecto de la media del rebaño produjeron 2,9 kg más de leche en el primer examen postparto cuando eran tratadas con Ca, en comparación con las vacas control no tratadas en la misma categoría de leche.

Una preocupación con los suplementos de Ca por vía oral es la duración del aumento de las concentraciones de Ca en sangre, que se ha reportado entre 2 y 8 horas después del tratamiento (Goff, 2000, 2003; Van Saun, 2007, Martínez-Patino, 2015, sin publicar). Esta corta duración del aumento de Ca en sangre

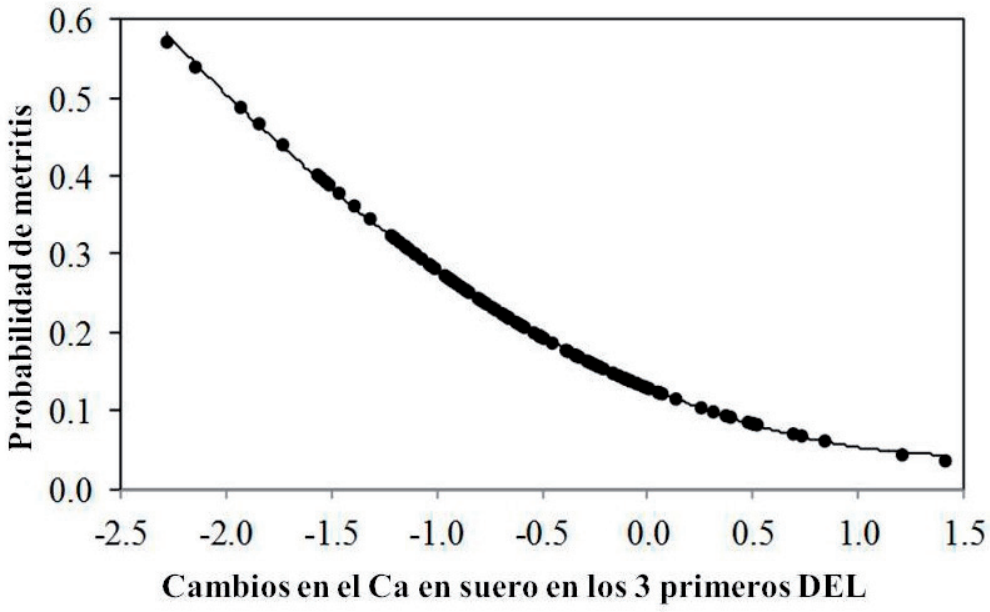


Figura 1. Probabilidad de metritis en relación al cambio en las concentraciones de Ca en suero entre el día del parto y la concentración más baja de Ca en suero en los primeros tres días postparto. Las vacas están representadas como puntos en la gráfica. Los valores negativos en el eje X indican una caída en Ca después del parto; un valor positivo indica un aumento de Ca en suero después del parto. Efecto del cambio en el Ca en suero sobre la probabilidad de desarrollar metritis (*P*< 0.05). Martínez-Patino *et al.*, (2012).

da lugar a los resultados contradictorios antes mencionados y es necesaria una mayor investigación sobre el valor de los suplementos orales de calcio sobre la salud del ganado lechero durante el postparto.

Resumen

Un rendimiento reproductivo exitoso es fundamental para la viabilidad económica de una explotación lechera, que comienza con el reconocimiento de la relación entre vacas sanas y la eficiencia reproductiva. Debido a que la salud en el postparto tiene un impacto importante sobre la fertilidad de las vacas lecheras, es fundamental que los programas de salud del rebaño estén diseñados para minimizar el riesgo y reducir la prevalencia de enfermedades en el periparto, como la hipocalcemia; e incluyan una formación práctica para los empleados sobre procedimientos obstétricos adecuados para reducir el impacto de la distocia en la salud.

Referencias

Blanc CD, Van der List M,Aly SS, Rossow HH, and Silva-del-Río N. 2014. Blood calcium dynamics after prophylactic treatment of subclinical hypocalcemia with oral or intravenous calcium. J. Dairy Sci. 91:1-6.

Charbonneau E., Pellerin D and Oetzel GR. 2006. Impact of lowering dietary cation-anion difference in nonlactating dairy cows: a meta-analysis. J. Dairy Sci. 89:537-548.

Curtis CR, Erb HN and Sniffen LJ. 1983. Association of parturient hypocalcemia with eight periparturient disorders in Holstein cows. *J Am Vet Med Assoc*. 183: 559-561.

Goff JP: 2000. Pathophysiology of calcium and phosphorus, disorders. Vet Clin North Am Food Anim Pract. 16: 319-337

Goff JP, Horst RL. 1993. Oral administration of calcium salts for treatment of hypocalcemia in cattle. *J Dairy Sci*. 76:101-110.

Goff JP and Horst RL. 1994. Calcium salts for treating hypocalcemia: carrier effects, acid-base balance, and oral versus rectal administration. *J Dairy Sci*. 77:1451-1460.

Horst RL, Jorgensen NA. 1982. Elevated plasma cortisol during induced and spontaneous hypocalcemia in ruminants. J. Dairy Sci. 65: 2332–2340.

Kehrli ME, Nonnecke BJ, and Roth A. 1998 (a) Alterations in bovine neutropil function during the periparturient period. Am. J. Vet. Res. 50: 207–214.

Kehrli ME, Nonnecke BJ, and Roth A. 1998 (b). Alterations in bovine neutrophil function during the periparturient period. Am. J. Vet. Res. 50: 215-222.

Kimura K, Reinhardt TA and Goff JP. 2006. Parturition and hypocalcemia blunts calcium signals in immune cells of dairy cattle. J. Dairy Sci. 89: 2588–2595.

Kristula M and Smith BI. 2011. Case Report – Veterinary farm specific employee training to manage daircows at calving time. 2011. The Bovine Practitioner, pages 78-81.

Lombard JE, Garry FB, Tomlinson F.M and Garber, L.P. (2007). Impacts of Dystocia on Health and Survival of Dairy Calves. Journal of Dairy Science 90: 1751-1760.

Melendez P, Donovan GA, Risco CA, Littell R and Goff JP. 2003. Effect of calcium-energy supplements on calving-related disorders, fertility and milk yield during the transition period in cows fed anionic diets. Theriogenology 60:843-854.ractitioner, 78–86.

Martinez N, Risco CA, Sinedino LDP, Bisinotto RS, Ribeiro ES, Gomes GS, Lima FS, Greco LS, Taylor-Rodriguez D, Driver JP, Thatcher WW, and Santos JEP. 2014. Effect of induced subclinical hypocalcemia on clinical parameters and function of immune cells in dairy Cows. J. Dairy Sci. 97:1–14.

Martinez N 2, Risco CA, Fima FS, Bisinnotto RS, Greco LF, Ribeiro ES, Maunsell F, Galvao K, Santos JEP. 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.

Oetzel GR. Non-infectious diseases: milk fever. In: Fuquay JW, McSweeney PL, editors. Encyclopedia of dairy sciences, vol. 2. San Diego (CA): Academic Press; 2011. p. 239–45.

Oetzel, GR. 1996. Effect of calcium chloride gel treatment in dairy cows on incidence of periparturient diseases. J. Am. Vet.Med. Assoc. 209:958-961.

Oetzel GR, and Miller BE. 2012. Effect of oral calcium bolus supplementation on early-lactation health and milk yield in commercial dairy herds. J. Dairy Sci. 95:7051–7065.

Reinhardt TA, Lippolis JD, McCluskey BJ, Goff JP, and Horst RL. 2011. Prevalence of subclinical hypocalcemia in dairy herds. Vet. Journal. 188:122-124.

Risco CA, Reynolds JP and Hird D.1984. Uterine prolapse and hypocalcemia in dairy cows. JAVMA, 1984; 185: 1517-1521.

Risco CA, Drost M and Thatcher WW. 1994. Effects of retained fetal membranes, milk fever, uterine prolapse or pyometra on postpartum uterine and ovarian activity in dairy cows. *Theriogenology*; 42:183-190.

Schuenemann GM, Nieto I, Bas S, Galvão KN, and Workman J. 2011. Assessment of calving progress and reference times for obstetric intervention during dystocia in Holstein dairy cows. Journal of Dairy Science 94:5494-5501

USDA. 2010. Dairy 2007, Heifer Calf Health and Management Practices on U.S. Dairy Operations, 2007. USDA:APHIS:VS, CEAH, Fort Collins, CO.

Van Saun RJ. 2007. Metabolic and nutritional diseases of the puerperal period. In: Youngquist RS, Threlfall WR, eds. Large Animal Theriogenology. St. Louis: Saunders, 355-378.

BOVINE RESPIRATORY DISEASE: FROM CLINIC TO ETIOLOGIC DIAGNOSIS, A SHORT STEP

Prof. Hugues Guyot
DVM, PhD, Dipl ECBHM
University of Liège – Faculty of Veterinary Medicine
Clinical Department of Production Animals
Bovine Ambulatory Clinic
Liège – BELGIUM

Introduction

Bovine Respiratory Disease, or BRD, are common in young cattle in the first year of life but occurs mainly before 6 months. A peak of incidence is noticed between 2-10 weeks, due to a decline of immunity. BRD is associated with the well-known shipping-fever that may come from cumulative stress. This condition can reach 5-20% case fatality rate and a morbidity rate up to 100%. Most of the time, the treatment administered is effective. In other cases, a relapse within 2 weeks, associated or not with mortality, can be observed.

BRD induces economic losses with treatments (antibiotics), prevention (vaccination) and mortalities. There are also zootechnical consequences with growth retardation, circulation of infectious agents, and increased sensitivity to other pathogens.

Cattle are more susceptible to BRD for many reasons. They have narrow upper airways that increase air speed and allow a deeper colonization of particles in the lower respiratory tract. There is also a link between the digestive and respiratory system in bovines. Inhalation of eructation gaz occurs regularly. The respiratory tract in cattle is more sensitive to endotoxins. In case of rumen acidosis, a paralysis of the mucociliary escalator is observed. Finally, cases such liver abscess or *Vena Cava Caudale* thrombosis, a metastatic pneumonia can follow.

BRD often begins with virus attack, which may be complicated with surroundings bacterial infections. Among the different viral aetiologies, Bovine Respiratory Syncytial Virus (B-RSV), *Parainfluenza* virus (PI-3), Bovine Herpes Virus (BHV-1 or IBR), Bovine Viral Diarrhoea Virus (BVD, for its immunosuppression effect) are the most frequent encountered. *Adenovirus* and *Coronavirus*, BHV-4, *Rhinovirus*, *Reovirus*, and *Enterovirus* can also be present, in a lesser extent. Among bacteriological causes, *Mannheimia haemolytica*, *Pasteurella multocida*, *Histophilus somni*, *Trueperella pyogenes*, and *Mycoplasma bovis* (*dispar*) are commonly met. *Chlamydophila* and *Salmonella dublin* can sometimes also provoke pneumonias.

An onset of BRD can begin with only an increased rectal temperature. That is why it is recommended to the owner to check for temperature in the different batches of animals. After, other symptoms will appear, such as cough, nasal discharge, dyspnea, etc. BRD can be categorized in 4 clinical grades, from 1 to 4, according to the severity of the disease. Grade I does not need a treatment, as well as grade IV that is so severe that the animal may probably die within a few days. Other scores exist and they also take into account symptoms such cough, rectal temperature, nasal discharge, etc. The grade or score of the disease is important to establish a treatment, a prognosis or an ancillary exam. Measurement of blood L-Lactate (with portable spectrophotometer, e.g. Accutrend-Plus, Cobas, ~150€ and ~3€/test) allows on the field the determination of the grade of BRD as well as prognosis. L-Lactate ≥ 4 mmol/L in calves with BRD (up to 13 months) is associated with grade IV BRD and poor prognosis (death within 3 days) with 95% sensitivity and 80% specificity (Coghe *et al.*, 2000). Another study shows that L-Lactate > 3.7 mmol/L is associated with 44 times more risk to die in calves with BRD, compared to calves with L-Lactate <1.3 mmol/L (Buczinski *et al.*, 2014).

BRD is clearly a multifactorial disease. Its management must include the resistance of animal (genetic, nutrition, vaccination), the environment (ventilation, hygiene) and the identification of the infectious agents. This conference is focused on the last topic.

Identify the agent

Identify the agent have 4 advantages: establish a diagnosis and prognosis, adapt treatment and provide vaccination to prevent troubles. First of all, the complete history of the farm must be undertaken, including season, age and origin of infected cattle, previous treatment or prophylaxis, previous results in the farm (serology, necropsy, bacteriology and other assays). It is essential to realize new analyses on the farm because the epidemiology of BRD can vary according to year, season, and farm. Different ways are available to manage the identification of BRD pathogens (see table 1).

Table 1. Different tools and samples for identification of etiologic agents in BRD animals

	Gross lesions	Bacteriology	Virology	Serology	Coupled serology
Cadaver	Yes	lungs	lungs	blood	No
Alive animals	No	Swabs BAL*/ TTA**	Swabs BAL/ TTA	blood	blood

*BAL = Broncho-Alveolar Lavage **TTA = Trans-Tracheal Aspiration

- **Cadavers**

  Cadavers can be sent to laboratory for necropsy, but the practitioner can conduct it on farm to evaluate *gross* lesions (emphysema, abscess). Some parts of the cadaver (e.g. lungs) can be sent to the laboratory for bacteriology or virology. Attention must be paid to the quality of cadaver, duration of the disease (acute mortality often associated with B-RSV, while chronic disease is more frequently *Mycoplasma* or BVD) and previous treatments administered by the veterinarian or the owner. Antibiotics treatments are frequently encountered in cadaver sent to laboratory. Animals examined on farm with grade IV BRD, associated with poor prognosis, can be sacrificed *prior* to any treatment

(sentinel animal) in order to go further in the etiologic diagnosis.

- **Alive animals**
  - *Serology*

    Serology is made on serum (blood sampling on plain tube) using an ELISA method. In Belgium, B-RSV, PI-3, IBR (gE, gB), *Adenovirus*, BVD and *Mycoplasma bovis* are available. A single serology is not useful, as this only represents a contact with the pathogen and this is no evidence that the animal was infected by this pathogen.

    Coupled serologies are more indicative of an active infection. Two blood samples (plain tubes) have to be made at 3-4 weeks interval. The first sampling must be realised during the acute phase of the disease. A multiplication of antibodies (Ab) titles per 2-3 times indicate a seroconversion. Samples can be done on treated animals (antibiotics) but not on vaccinated animals!

    Limitations of serologies are, among others, the poor seroconversion rate, compared to lungs culture (from Broncho-Alveolar Lavage). Prefer this analysis at a herd level, in acute phase of BRD. Moreover, for B-RSV, serology is sometimes negative after infection (Van der Poel *et al.*, 1997). In presence of maternal Ab (from colostrum), there is no or lesser seronconversion with usual commercial test (based on IgG fixation) because there is a more mucosal response (IgA) rather than humoral (IgG) response (Kimman *et al.*, 1987). When using coupled serologies, the half-life of Ab must be added to the interpretation of the results, as the return to seronegativity can be long: 3-11 months according to the vaccination status of the animals (Fulton *et al.*, 2004; Prado *et al.*, 2006).

  - *SWABS*

    A swab is a small piece of absorbent material attached to the end of a stick and used for collecting fluids or secretions in animals. They vary in sizes and composition (with/without culture medium, guarded or unguarded). They can be used for nasal sampling or naso-pharyngeal sampling (size differs). After disinfection of the muzzle, the swab is inserted in the nose for reaching the medial part of the eye commissure. Once in the nose, perform a rotation to coat the swab with nasal secretions. Put the swab on a culture medium (with guarded swabs, there is no culture medium), such as AMIES medium, and send immediately to the laboratory. Culture (bacteriology) and antibiogram can be performed on swabs, as well as *Mycoplasma* detection (including PCR) and virology (Antigen detection, viral isolation, PCR).

    Nasal swabs are not predictive of lower respiratory airway pathogens, such *Mycoplasma* (or *Mannheimia*) (Thomas *et al.*, 2002). Comparing swab and BAL, the negative predictive value, meaning the percentage of chance to have a negative BAL if swab culture is negative, is 67% and 33%, respectively for *Mannheimia* and *Mycoplasma* (Godinho *et al.*, 2007). Furthermore, non-specific subclinical infections can be present in nasal secretions and *Pasteurella* can be existent in nasal cavities of healthy animals (Allan *et al.*, 1985). Swab is quick, cheap, easy to perform, stressless but less accurate compared to BAL/TTA. Swab should be use as a herd diagnosis (take minimum 10 animals in an infected herd), and not in a single animal.

  - *Broncho-Alveolar Lavage (BAL)*

    BAL needs a bit more material. A flexible tube (PTFE), with 2x4 mm diameter, and of 140 cm length is often used. A needle (14G) is inserted in one extremity (for connecting to a syringe). The set must be sterile. Sterile syringes and NaCl 0.9% complete the material. For this procedure, head of animals must be kept attached up. A disinfection of the muzzle is made and the catheter is introduced into the nose, in one movement. The larynx is pushed back and the catheter slides deeper. The animal coughs when the catheter arrives in the trachea. Thereafter, slide the catheter until blocking at the wedge position (3rd of 4th segment of bronchia). Finally, inject NaCl 0.9% (preferably at 37°C). The volume depends on the age: 3x60 ml maximum for adult cattle and 3x30 ml maximum for calves. After injection of NaCl, directly suck back the liquid that will appear foamy and cloudy (40-60% recovered). Place this liquid in a plain tube, store at 4°C but preferably send immediately to the laboratory. Bacteriology (isolation and/or PCR/ELISA), viral isolation (or PCR/ELISA) and cytology (sample on EDTA tube, examined as soon as possible) can be made on BAL samples.

    BAL is more contaminated (by nasal cavities) compared to TTA. In some cases, the BAL is positive (culture) while TTA is negative. In other cases, less bacteria are found in TTA compared to BAL. BAL may not reflect exactly the bacteriology pattern of lower respiratory tract (Schreiber *et al.*, 2000). To reduce the contamination of upper respiratory tract, a sterile AGAR can be used on the extremity of the catheter before introducing into the nasal cavity. BAL is indicated for calves (rather that for adult cattle due to the length of catheter).

  - *Trans-Tracheal Aspiration (TTA)*

    TTA is performed using a long sterile intra-catheter (14G, length 600 mm) with needle (13G, length 70 mm) (e.g. Centracath, Vygon). The rest of material is similar to BAL (NaCl 0.9%, syringes, plain tube). For this procedure, contention is very important. The head of the animal must be held up. A surgical preparation of the lower third of ventral neck, front of the trachea, is performed (shaving and disinfecting). A local anaesthesia is performed (2 ml Procaïne-HCl 4%) and a 5 mm incision is made on the skin, above the trachea which should be palpated. The needle is inserted, bevel down, between two rings of trachea, perpendicularly first and pushed down thereafter. The catheter is then introduced down in the trachea. NaCl is injected (same recommendation as for BAL) and recovered (~20% are recovered). Liquid obtained is placed into a sterile plain tube and sent immediately to the laboratory. Bacteriology (isolation and/or PCR/ELISA), viral isolation (or PCR/ELISA) and cytology (sample on EDTA tube, examined as soon as possible) can be made on TTA samples.

    TTA should be avoided in calves due to the size of catheter and needle. This procedure is more stressful and invasive (calves have small trachea). This procedure is reserved for adult cattle, even though it is the most accurate.

  - *General remarks for SWABS, BAL and TTA*

    Some criteria must be included when selecting an animal for these procedures. Table 2 summarizes these conditions.

Table 2. Criteria for a successful etiologic diagnosis

❶ Animal in acute phase
❷ Avoid too severe cases (grade IV BRD)
❸ Animals NOT previously treated (antibiotics)
❹ Correct (4°C) and rapid (<24h) delivery to the lab

Regarding the storage and delivery of samples, some precautions should be observed. For swabs, make sure that the sample is dipped in a culture medium (AMIES). Indeed, guarded swabs do not include a culture medium (use the culture medium from another unguarded swab). If the sample is not directly sent to the lab, store it at 4°C (maximum 7°C). The sample must be cultured within 24 hours. To do this, it is advisable to send it to the lab the same day.

Enhance immunity

Immunity depends on multiple factors. Among these, nutrition, maternal immunity, vaccination, metaphylaxis, and factors promoting immunosuppression are those on which we can act.

- *Nutrition*

  Energy and protein supply, either for the dams, or for the calves must not be neglected. These intakes play a role in maintaining immunity. Trace elements (Selenium, Iodine, Copper and Zinc) and vitamins (A, D, E) must also be given in adequate amounts.

- *Transfer of colostral immunity (TCI)*

  More BRD cases occur when immunity of calves is decreasing (immunity gap). This corresponds to the fall of maternal Ab concentration that is not compensated by the *de novo* synthesis of Ab by the calf. The correct transfer of colostral immunity is thus of particular importance to keep a good level of Ab in calf's blood.

  Failure of TCI will get negative outcome on calves' health. In dairy cattle, a decrease of average daily gain and subsequent milk production (1st lactation), as well as an increase of mortality and culling (1st lactation), is observed while failure of TCI (Robinson *et al.*, 1988; DeNise *et al.*, 1989). In beef cattle, failure of TCI will lead to an increased morbidity (especially respiratory troubles), calf mortality (pre-weaning), and decreased average daily gain, compared to cattle with correct TCI (Wittum and Perino, 1995). Other authors related that blood IgG concentration ≤ 800 mg/dl in young calves increase two times the risk of pneumonia. In the same way, administration of colostrum from a dam with mastitis increases three times the risk of pneumonia in calves (Virtala *et al.*, 1999). It should be noted that increased intakes of IgG in calves from a herd with a correct status of TCI will not result in reduction of mortality and morbidity.

  There are different ways to assess the success or failure of TCI. Both ways are focused on blood sampling in healthy calves at an age between 2 and 6 days of life. On the field, there is a semi-quantitative test based on the coagulation of gamma-globulins with glutaraldehyde (according to the method described by Sandholm, 1974). The test, developed by the Ambulatory Clinic of the University of Liège (Calf-IgG-Test) has a Se of about 92% and Sp of 71% (compared to the gold-standard Radial-Immuno-Diffusion, *unpublished data*). A coagulation time within one minute assumes an adequate transfer of immunity in the young healthy calf (blood IgG concentration >10.1 g/L). In the same way of the assessment of TCI, colostrum quality can be measured. A Californian Mastitis test can be first conducted to ensure that no subclinical or clinical mastitis is present. On the field, there is also a semi-quantitative test based on the coagulation of gamma-globulins with glutaraldehyde. Fresh colostrum is mixed with a solution of glutaraldehyde and coagulation time is noticed. A quick coagulation time indicates a good quality colostrum (> 50 g/L IgG). The test is actually under development by the Ambulatory Clinic of the University of Liège, with actually similar performances (Se/Sp) compared to Calf-IgG-Test.

- *Vaccination*

  Vaccination can be effective in very young cattle (from 2 weeks of life) but, due to the presence of Ab from colostrum, interferences may occur. Intra-nasal vaccination is thus preferred in these animals. Booster should not be forgotten. A peak of BRD often arises in the second half of winter (February-April), due to the higher concentration of animals in the barn and the higher infection pressure. It is recommended to administer a third injection of vaccine (booster) to calves vaccinated a few months earlier to enhance immunity at this period. There are three obvious rules for a successful result of vaccination in farms:

  1. Identification of infectious agents
  2. Infectious agent identified is the causative agent of the disease
  3. Vaccine is registered for this infectious agent

- *Metaphylaxis*

  Metaphylaxis is a timely mass medication of a group of animals to eliminate or minimize an expected outbreak of disease. This procedure should be used with caution to avoid unnecessary microbial resistance. This can be recommended at batching (on weak animals) or when more than 25% of calves are sick (fever is already considered as "sick", even though there are no added respiratory clinical signs).

- *Immunosuppression*

  To investigate immunosuppression, the practitioner must check for diseases that may affect the immune system. The most known is BVD, but other diseases such as calf diarrhoea can predispose the calf to pneumonia. Finally, avoid cumulative stress for calves: weaning, dehorning, vaccination, diseases, batching with different ages, mix of sick/healthy animals, and overcrowding.

Change environment

Last but not least, the environment should be carefully checked for risk factors. The ventilation and general hygiene of the barn must be evaluated. The management of the care for calves is also a priority. This includes, among others, the care of the umbilicus at birth, shearing animals with long hair, and the disinfection of feeding material.

Conclusions

The diagnosis of a disease begins with a good history and a correct clinical examination. As farms and epidemiology context are different, there is a need to adapt the protocol of treatment or prophylaxis (vaccination). For that purpose, there is also a need for identification of pathogens for treatment, metaphylaxis or vaccination. Critical period (immunity gap, infectious pressure at 2nd part of winter) should be closely checked by the farmer and the veterinarian. The management of BRD requires a multifactorial approach including the host (resistance to pathogens), the environment (hygiene, ventilation, management) and the infectious agents (virus, bacteria).

Bibliography

Allan E.M., Wiseman A., Gibbs H.A., Selman I.E. Pasteurella species isolated from the bovine respiratory tract and their antimicrobial sensitivity patterns. *Vet. Rec*. 1985, 117, 629-631.

Buczinski S., Rademacher R.D., Tripp H.M., Edmonds M., Johnson E.G., Dufour S. Assessment of L-lactatemia as a predictor of respiratory disease recognition and severity in feedlot steers. Prev. Vet. Med. 2015, 118, 306-318.

Coghe J., Uystepruyst C., Bureau F., Detilleux J., Art T., Lekeux P. Validation and prognostic value of plasma lactate measurement in bovine respiratory disease. *Vet. J*. 2000, 160, 139-146.

DeNise S.K., Robinson J.D., Stott G.H. Effect of passive immunity on subsequent production in dairy heifers. *J. Dairy Sci*. 1989, 72, 552-554.

Fulton R.W., Briggs R.E., Payton M.E., Confer A.W., Saliki J.T., Ridpath J.F., Burge L.J., Duff G.C. Maternally derived humoral immunity to bovine viral diarrhea virus (BVDV) 1a, BVDV1b, BVDV2, bovine herpesvirus-1, parainfluenza-3 virus, bovine respiratory syncytial virus, Mannheimia haemolytica and Pasteurella multocida in beef calves, antibody decline by half-life studies and effect on response to vaccination. *Vaccine*. 2004, 26, 643-649.

Godinho K.S., Sarasola P., Renoult E., Tilt N., Keane S., Windsor G.D., Rowan T.G., Sunderland S.J. Use of deep nasopharyngeal swabs as a predictive diagnostic method for natural respiratory infections in calves. *Vet. Rec*. 2007, 160, 22-25.

Kimman T.G., Westenbrink F., Schreuder B.E., Straver P.J. Local and systemic antibody response to bovine respiratory syncytial virus infection and reinfection in calves with and without maternal antibodies. *J. Clin. Microbiol*. 1987, 25, 1097-1106.

Prado M.E., Prado T.M., Payton M., Confer A.W. Maternally and naturally acquired antibodies to Mannheimia haemolytica and Pasteurella multocida in beef calves. *Vet. Immunol. Immunopathol*. 2006, 111, 301-307.

Robinson J.D., Stott G.H., DeNise S.K. Effect of passive immunity on growth and survival in the dairy heifer. *J. Dairy Sci*. 1988, 71, 1283-1287.

Sandholm M. A preliminary report of a rapid method for the demonstration of abnormal gammaglobulin levels in bovine whole blood. *Res. Vet. Sci*. 1974, 17, 32-35.

Schreiber P., Thomas A., Linden A. Mainil J., Collard A. Bactériologie comparée des liquides de lavage pulmonaire obtenus par voie transtrachéale ou par voie nasotrachéale chez le veau. *Ann. Med. Vet*. 2000, 144, 169-174.

Thomas A., Dizier I., Trolin A., Mainil J., Linden A. Comparison of sampling procedures for isolating pulmonary mycoplasmas in cattle. *Vet. Res. Commun*. 2002, 26, 333-339.

Van der Poel W.H., Langedijk J.P., Kramps J.A., Middel W.G., Brand A., Van Oirschot J.T. Serological indication for persistence of bovine respiratory syncytial virus in cattle and attempts to detect the virus. *Arch. Virol*. 1997, 142, 1681-1696.

Virtala A.M., Gröhn Y.T., Mechor G.D., Erb H.N. The effect of maternally derived immunoglobulin G on the risk of respiratory disease in heifers during the first 3 months of life. *Prev. Vet. Med*. 1999, 39, 25-37.

Wittum T.E., Perino L.J., Passive immune status at postpartum hour 24 and long-term health and performance of calves. *Am. J. Vet. Res*. 1995, 56, 1149-1154.

TRADUCCIÓN AL CASTELLANO ▼

Enfermedad Respiratoria Bovina: de la clínica al diagnóstico etiológico, un pequeño paso

Prof. Hugues Guyot

DVM, PhD, Dipl ECBHM

Universidad de Lieja – Facultad de Veterinaria

Departamento Clínico de Animales de Producción

Clínica Ambulatoria Bovina

Lieja – BÉLGICA

Introducción

La Enfermedad Respiratoria Bovina, o ERB (y BRD por sus siglas en inglés), es común en el ganado joven en el primer año de vida, aunque se da principalmente antes de los 6 meses. Se observa un pico de incidencia entre las 2-10 semanas, debido a un descenso de la inmunidad. La ERB se relaciona con la conocida fiebre del transporte, que puede producirse por el estrés sufrido en el mismo. Esta enfermedad puede alcanzar una tasa de mortalidad del 5 al 20% y una tasa de morbilidad de hasta el 100%. La mayoría de las veces, el tratamiento administrado es efectivo. En otros casos, se puede observar una recaída en las 2 semanas siguientes, asociada, o no, con mortalidad.

La ERB provoca pérdidas económicas por los tratamientos (antibióticos), la prevención (vacunación) y la mortalidad. También tiene consecuencias zootécnicas con retraso del crecimiento, circulación de agentes infecciosos y aumento de la sensibilidad a otros patógenos.

El ganado bovino es más susceptible a la ERB por muchas razones. Tienen vías respiratorias superiores estrechas que aumentan la velocidad del aire y permiten una colonización más profunda de las partículas en el tracto respiratorio inferior. También hay una conexión entre los sistemas digestivo y respiratorio en los bovinos. Es habitual la inhalación del gas de los eructos. El tracto respiratorio del ganado es más sensible a las endotoxinas. En caso de acidosis en el rumen, se observa una parálisis del escalador mucociliar. Por último, en caso de absceso en el hígado o de trombosis de la vena cava caudal, puede darse una neumonía metastásica.

La ERB normalmente comienza con un ataque de virus, que puede complicarse con infecciones bacterianas del entorno. Entre las diferentes etiologías virales, las que se encuentran con mayor frecuencia son: el Virus Respiratorio Sincitial Bovino (BRSV, por sus siglas en inglés), Virus de la Parainfluenza (PI-3), Virus Herpes Bovino (BHV-1, por sus siglas en inglés o de la IBR) y Virus de la Diarrea Vírica Bovina (BVDV, por sus siglas en inglés, por su efecto inmunodepresor). También pueden presentarse Adenovirus y Coronavirus, BHV-4, Rinovirus, Reovirus y Enterovirus, en una menor medida. Entre las causas bacteriológicas, son frecuentes *Mannheimia haemolytica*, *Pasteurella multocida*, *Histophilus somni*, *Trueperella pyogenes* y *Mycoplasma bovis* (*dispar*). *Chlamydophila* y *Salmonella dublin*, a veces, también pueden provocar neumonías.

El inicio de la ERB puede comenzar con un aumento de la temperatura rectal solamente. Es por eso que se recomienda a los propietarios comprobar la temperatura rectal en los diferentes lotes de animales. Después aparecen otros síntomas, como tos, descarga nasal, disnea, etc. La ERB puede clasificarse en 4 grados clínicos, del 1 al 4, según la gravedad de la enfermedad. El grado I no necesita un tratamiento, al igual que el grado IV, que es tan grave que el animal probablemente muera en pocos días. Existen otras puntuaciones que también tienen en cuenta

otros síntomas, como tos, temperatura rectal, descarga nasal, etc. El grado o puntuación de la enfermedad es importante para establecer un tratamiento, un pronóstico o un examen comlementario. La medición del L-Lactato en sangre (con un espectrofotómetro portátil, por ejemplo, Accutrend-Plus, Cobas, ~150€ y ~3€/test) permite determinar en el campo el grado de ERB, así como su pronóstico. Un valor de L-Lactato ≥ 4 mmol/l en terneros con ERB (hasta 13 meses) se relaciona con ERB de grado IV y un mal pronóstico (muerte en un plazo de 3 días) con un 95% de sensibilidad y un 80% de especificidad (Coghe *et al.*, 2000). Otro estudio muestra que L-Lactato > 3,7 mmol/l está asociado con un riesgo de muerte 44 veces mayor en terneros con ERB, en comparación con los terneros con un L-Lactato <1,3 mmol/l (Buczinski *et al.*, 2014).

La ERB es claramente una enfermedad multifactorial. Su manejo debe incluir la resistencia del animal (genética, nutrición, vacunación), el ambiente (ventilación, higiene) y la identificación de los agentes infecciosos. Esta ponencia se centra en el último tema.

Identificación del agente

La identificación del agente tiene 4 ventajas: establecer un diagnóstico y un pronóstico, adaptar el tratamiento y proporcionar una vacunación para evitar problemas. En primer lugar, debe realizarse un historial completo de la granja, incluyendo la estación, la edad y el origen del ganado infectado, los tratamientos o profilaxis anteriores y los resultados previos en la granja (serologías, necropsias, bacteriología y otros ensayos). Es fundamental realizar nuevos análisis en la granja porque la epidemiología de la ERB puede variar en función del año, la estación y la granja. Hay varias maneras disponibles de manejar la identificación de los patógenos de la ERB (ver tabla 1).

Tabla 1. Diferentes herramientas y muestras para la identificación de los agentes etiológicos en animales con ERB

	Lesiones grandes	Bacteriología	Virología	Serología	Serología pareada
Cadáveres	Sí	Pulmones	Pulmones	Sangre	No
Animales vivos	No	Escobillón BAL*/TTA**	Escobillón BAL/TTA	Sangre	Sangre

*BAL = Lavado Bronco- Alveolar**TTA = Aspirado Trans-Traqueal

- **Cadáveres**

  Los cadáveres se pueden enviar al laboratorio para su necropsia, pero el veterinario clínico puede realizarla en granja para evaluar las lesiones macroscópicas (enfisema, abscesos). Algunas partes del cadáver (por ejemplo, los pulmones) se pueden mandar al laboratorio para la bacteriología o la virología. Se debe prestar atención a la calidad del cadáver, a la duración de la enfermedad (la mortalidad aguda a menudo se asocia con el BRSV, mientras que la enfermedad crónica se da más frecuentemente por *Mycoplasma* o BVDV) y a los tratamientos previos administrados por el veterinario o el propietario. Los tratamientos antibióticos se encuentran con frecuencia en los cadáveres enviados al laboratorio. Los animales examinados en la granja con una ERB de grado IV, relacionada con un mal pronóstico, se pueden sacrificar antes de aplicar cualquier tratamiento (animales centinela) con el fin de avanzar en el diagnóstico etiológico.

- **Animales vivos**
  - *Serología*

    La serología se realiza en suero (muestra de sangre en un tubo sin aditivos), utilizando un método ELISA. El BRSV, el PI-3, el IBR (gE, gB), el Adenovirus, el BVDV y la *Mycoplasma bovis* están disponibles en Bélgica. Una única serología no es útil, ya que esta sólo representa un contacto con el patógeno, y esto no evidencia que el animal haya sido infectado por este patógeno.

    Las serologías pareadas son más indicativas de una infección activa. Se tienen que tomar dos muestras de suero (tubos sin aditivos) en un intervalo de 3-4 semanas. La primera muestra se debe tomar durante la fase aguda de la enfermedad. Una multiplicación por 2-3 de los títulos de anticuerpos (Ac) indica una seroconversión. Se pueden tomar muestras de los animales tratados (antibióticos), pero, ¡no de los animales vacunados!
    Las limitaciones de las serologías son, entre otras, la baja tasa de seroconversión, en comparación con los cultivos pulmonares (del Lavado Bronco-Alveolar). Prefiero este análisis a nivel de rebaño en la fase aguda de la ERB. Además, para el BRSV, la serología a veces es negativa después de la infección (Van der Poel *et al.*, 1997). En presencia de Ac maternos (del calostro), no hay o hay una seroconversión menor con los test comerciales habituales (basados en la fijación de la IgG) porque hay una mayor respuesta de la mucosa (IgA) en vez de respuesta humoral (IgG) (Kimman *et al.*, 1987). Cuando se utilizan serologías pareadas, de debe añadir la vida media de los Ac a la interpretación de los resultados, ya que el retorno a la seronegatividad puede ser largo: 3-11 meses en función del estado de vacunación de los animales (Fulton *et al.*, 2004; Prado *et al.*, 2006).
  - *Hisopos*

    Un hisopo es un pequeño fragmento de material absorbente sujeto al extremo de un palo, utilizado para recoger fluidos o secreciones en los animales. Varían en el tamaño y la composición (con/sin medio de cultivo, protegidos o sin proteger). Pueden utilizarse para muestras nasales o muestras naso-faríngeas (el tamaño difiere). Después de desinfectar el hocico, se inserta el hisopo en la nariz para alcanzar la parte medial de la comisura del ojo. Una vez en la nariz, se rota el hisopo para cubrirlo de secreciones nasales. Se coloca el hisopo en un medio de cultivo (en los hisopos estériles, no hay medio de cultivo), como el medio AMIES, y se envía inmediatamente al laboratorio. El cultivo (bacteriología) y el antibiograma se pueden realizar en los escobillones, así como la detección de *Mycoplasma* (incluyendo la PCR) y la virología (detección de antígenos, aislamiento viral, PCR).
    Los hisopos nasales no predicen patógenos de las vías respiratorias inferiores, como la *Mycoplasma* (o *Mannheimia*) (Thomas *et al.*, 2002). Comparando el hisopo y el BAL, el valor predictivo negativo, es decir, el porcentaje de probabilidad de tener un BAL negativo si el cultivo del hisopo es negativo, es del 67% y el 33% para la *Mannheimia* y la *Mycoplasma*, respectivamente (Godinho *et al.*, 2007). Además, puede haber infecciones subclínicas no específicas en las secreciones nasales y puede existir *Pasteurella* en las cavidades nasales de los animales sanos (Allan *et al.*, 1985). El escobillón es rápido, barato y fácil de realizar, sin estrés, pero menos preciso en comparación con el BAL/TTA. El hisopo se debe utilizar como un diagnóstico del rebaño (coger un mínimo de 10 animales de un rebaño infectado), y no en un solo animal.

- *Lavado Bronco-Alveolar (BAL, por sus siglas en inglés)*

  El BAL necesita un poco más de material. Normalmente, se utiliza un tubo flexible (PTFE) de 2x4 mm de diámetro y 140 cm de longitud. Una aguja (14G) se inserta en un extremo (para la conexión a una jeringa). El conjunto debe ser estéril. Las jeringas estériles y el NaCl al 0,9% completan el material. Para este procedimiento, la cabeza del animal se debe sujetar hacia arriba. Se realiza la desinfección de la nariz y se introduce el catéter en la nariz en un solo movimiento. Se empuja la laringe hacia atrás y el catéter se desliza más profundamente. El animal tose cuando el catéter llega a la tráquea. A partir de entonces, se desliza el catéter hasta encontrar un tope (en el 3er o 4º segmento de los bronquios). Finalmente, se inyecta NaCl al 0,9% (preferiblemente a 37ºC). El volumen depende de la edad: un máximo de 3x60 ml para el ganado adulto y un máximo de 3x30 ml para los terneros. Después de la inyección de NaCl, se succiona directamente de nuevo el líquido que aparecerá espumoso y turbio (40-60% recuperado). Se coloca este líquido en un tubo sin aditivos, se almacena a 4°C; pero, preferiblemente, se envía inmediatamente al laboratorio. En las muestras de BAL se puede realizar la bacteriología (aislamiento y/o PCR/ELISA), el aislamiento viral (o PCR/ELISA) y la citología (muestra en tubo de EDTA, examinada lo antes posible).

  El BAL está más contaminado (por las cavidades nasales) en comparación con el TTA. En algunos casos, el BAL es positivo (cultivo), mientras que el TTA es negativo. En otros casos, se encuentran menos bacterias en el TTA que en el BAL. El BAL puede no reflejar exactamente el patrón bacteriológico del tracto respiratorio inferior (Schreiber *et al.*, 2000). Para reducir la contaminación del tracto respiratorio superior, se puede utilizar un AGAR estéril en un extremo del catéter antes de introducirlo en la cavidad nasal. El BAL está indicado para los terneros (más que para el ganado adulto, debido a la longitud del catéter).

- *Aspirado Trans-Traqueal (TTA, por sus siglas en inglés)*

  El TTA se realiza utilizando un intra-catéter estéril largo (14G, longitud de 600 mm) con aguja (13G, longitud de 70 mm) (por ejemplo, Centracath, Vygon). El resto del material es parecido al del BAL (NaCl al 0,9%, jeringas, tubos sin aditivos). Para este procedimiento, la contención es muy importante. La cabeza del animal se debe sujetar hacia arriba. Se realiza la preparación quirúrgica (afeitado y desinfección) del tercio inferior del cuello ventral, frente a la tráquea. Se aplica una anestesia local (2 ml de procaína-HCl al 4%) y se realiza una incisión de 5 mm en la piel encima de la tráquea, que debería poder palparse. La aguja se inserta, con el bisel hacia abajo, entre dos anillos de la tráquea, primero perpendicularmente y después empujando hacia abajo. Entonces, se introduce el catéter en la tráquea. Se inyecta el NaCl (la misma recomendación que para el BAL) y se recupera (~20% se recupera). El líquido obtenido se introduce en un tubo sin aditivos estéril y se manda inmediatamente al laboratorio. En las muestras del TTA se puede realizar la bacteriología (aislamiento y/o PCR/ELISA), el aislamiento viral (o PCR/ELISA) y la citología (muestra en tubo de EDTA, examinada lo antes posible).

  El TTA debe evitarse en los terneros, debido al tamaño del catéter y de la aguja. Este procedimiento es más estresante e invasivo (los terneros tienen tráqueas pequeñas). Este procedimiento se reserva para el ganado adulto, aunque es el más preciso.

- *Observaciones generales para los hisopos, el BAL y el TTA*

  Se deben incluir algunos criterios a la hora de seleccionar un animal para estos procedimientos. La **Tabla 2** resume estas condiciones.

Tabla 2. Criterios para un diagnóstico etiológico eficaz

❶ Animal en fase aguda
❷ Evitar los casos demasiado graves (ERB de grado IV)
❸ Animales NO tratados previamente (antibióticos)
❹ Entrega al laboratorio correcta (4°C) y rápida (<24h)

En cuanto al almacenamiento y la entrega de las muestras, se deben tomar algunas precauciones. Para los escobillones, hay que asegurarse de que la muestra está inmersa en un medio de cultivo (AMIES). De hecho, los escobillones protegidos no incluyen un medio de cultivo (se utiliza el medio de cultivo de otro escobillón no protegido). Si la muestra no se envía directamente al laboratorio, se debe conservar a 4°C (máximo 7°C). Se debe hacer el cultivo de la muestra en un plazo de 24 horas. Para ello, se recomienda enviar la muestra al laboratorio el mismo día.

Mejora de la inmunidad

La inmunidad depende de múltiples factores. Entre ellos, podemos actuar sobre la nutrición, la inmunidad materna, la vacunación la metafilaxis y los factores que promueven la inmunodepresión.

- *Nutrición*

  No se debe descuidar el abastecimiento de energía y proteínas de las madres ni de los terneros. Estas ingestas juegan un papel importante en el mantenimiento de la inmunidad. Los elementos traza (selenio, yodo, cobre y zinc) y las vitaminas (A, D, E) también se deben dar en cantidades adecuadas.

- *Transferencia de la inmunidad del calostro (TCI, por sus siglas en inglés)*

  La mayoría de los casos de ERB se dan cuando decrece la inmunidad de los terneros (brecha de inmunidad). Esto se corresponde con la caída de la concentración de los Ac maternos que no se ve compensada con la nueva síntesis de Ac por parte del ternero. Por tanto, una transferencia correcta de la inmunidad del calostro es de especial importancia para mantener un buen nivel de Ac en la sangre del ternero.

  El fracaso en la TCI dará resultados negativos sobre la salud del ternero. En el ganado lechero, se observa un descenso de la ganancia media diaria y de la producción de leche pósterior (1ª lactación), así como un aumento de la mortalidad y el desecho (1ª lactación) cuando falla la TCI (Robinson *et al.*, 1988; DeNise *et al.*, 1989). En el ganado de carne, el fracaso en la TCI da lugar a una mayor morbilidad (sobre todo, problemas respiratorios) y mortalidad de terneros (pre-destete) y a una reducción en la ganancia media diaria, en comparación con el ganado con una TCI correcta (Wittum y Perino, 1995). Otros autores han reportado que una concentración de IgG en sangre ≤ 800 mg/dl en los terneros jóvenes dobla el riesgo de neumonía. Del mismo modo, la administración del calostro de una madre con mastitis triplica el riesgo de neumonía en los

terneros (Virtala *et al.*, 1999). Cabe señalar que una mayor ingesta de IgG en los terneros de un rebaño con un estado correcto de TCI no dará lugar a la reducción de la mortalidad y la morbilidad.

Hay diferentes formas de evaluar el éxito o el fracaso de la TCI. Ambas maneras se centran en la toma de muestras de sangre de terneros sanos con entre 2 y 6 días de edad. En el campo, hay un test semi-cuantitativo basado en la coagulación de las gamma-globulinas con glutaraldehído (de acuerdo con el método descrito por Sandholm, 1974). El test, desarrollado por la Clínica Ambulatoria de la Universidad de Lieja (Calf-IgG-Test), tiene una Sensibilidad (Se) de alrededor del 92% y una especificidad (Sp) del 71% (en comparación con el *gold standard* de la inmunodifusión radial, *datos sin publicar*). Un tiempo de coagulación de hasta un minuto implica una transferencia adecuada de inmunidad en el joven ternero sano (concentración de IgG en sangre >10,1 g/l). La calidad del calostro se puede medir de la misma manera que la evaluación de la TCI. Se puede realizar, en primer lugar, un Test de California para garantizar que no hay mastitis clínica o subclínica. En el campo, también hay otro test semi-cuantitativo basado en la coagulación de las gamma-globulinas con glutaraldehído. El calostro fresco se mezcla con una solución de glutaraldehído y se observa el tiempo de coagulación. Un tiempo rápido de coagulación indica un calostro de buena calidad (> 50 g/l de IgG). En realidad, este test está en desarrollo por la Clínica Ambulatoria de la Universidad de Lieja, con un rendimiento (Se/Sp) similar en comparación con el Calf-IgG-Test.

- *Vacunación*

  La vacunación puede ser efectiva en el ganado muy joven (desde 2 semanas de vida); pero, debido a la presencia de los Ac del calostro, puede haber interferencias. Por tanto, es preferible la vacunación intranasal en estos animales. No se debe olvidar un refuerzo. En la segunda mitad del invierno (febrero-abril), se suele producir un pico de ERB, debido a la mayor concentración de animales en el establo y la mayor presión de infección. Se recomienda administrar un tercio de inyección de vacuna (refuerzo) a los terneros vacunados unos meses antes para aumentar la inmunidad en este periodo. Hay tres reglas evidentes para un resultado exitoso de la vacunación en las granjas:

  1. Identificación de los agentes infecciosos
  2. El agente infeccioso identificado es el agente causante de la enfermedad
  3. La vacuna está registrada para este agente infeccioso

- *Metafilaxis*

  La metafilaxis es una medicación en masa puntual de un grupo de animales para eliminar o minimizar un brote esperado de enfermedad. Este procedimiento se debe utilizar con cautela para evitar resistencias microbianas innecesarias. Puede ser recomendable en la agrupación por lotes (en los animales débiles) o cuando más del 25% de los terneros están enfermos (la fiebre ya se considera como "enfermo", aunque no haya signos clínicos respiratorios añadidos).

- *Inmunodepresión*

  Para investigar la inmunodepresión, el veterinario clínico debe comprobar si hay enfermedades que puedan afectar al sistema inmunitario. La más conocida es la BVD, pero otras enfermedades, como la diarrea del ternero, pueden predisponer al ternero a la neumonía. Por último, debe evitarse el estrés acumulativo en los terneros: destete, descuerne, vacunación, enfermedades, hacer lotes con terneros de distintas edades, mezcla de animales enfermos/sanos y hacinamiento.

Modificar el ambiente

Por último, pero no por ello menos importante, se debe revisar cuidadosamente el ambiente en busca de los factores de riesgo. Se debe evaluar la ventilación y la higiene general del establo. El manejo del cuidado de los terneros también es una prioridad. Esto incluye, entre otras cosas, el cuidado del ombligo en el nacimiento, el esquilado de los animales con pelo largo y la desinfección del material de alimentación.

Conclusiones

El diagnóstico de una enfermedad comienza con un buen historial y una exploración clínica correcta. Dado que las granjas y el contexto epidemiológico son diferentes, es necesario adaptar el protocolo de tratamiento o profilaxis (vacunación). Para este propósito, también es necesaria la identificación de los patógenos para el tratamiento, la metafilaxis o la vacunación. El periodo crítico (brecha de inmunidad, presión infecciosa en la 2ª mitad del invierno) debe ser vigilado de cerca por el ganadero o el veterinario. El manejo de la ERB requiere un enfoque multifactorial que incluya el huésped (resistencia a los patógenos), el ambiente (higiene, ventilación, manejo) y los agentes infecciosos (virus, bacterias).

Bibliografía

Allan E.M., Wiseman A., Gibbs H.A., Selman I.E. Pasteurella species isolated from the bovine respiratory tract and their antimicrobial sensitivity patterns. *Vet. Rec*. 1985, 117, 629-631.

Buczinski S., Rademacher R.D., Tripp H.M., Edmonds M., Johnson E.G., Dufour S. Assessment of L-lactatemia as a predictor of respiratory disease recognition and severity in feedlot steers. Prev. Vet. Med. 2015, 118, 306-318.

Coghe J., Uystepruyst C., Bureau F., Detilleux J., Art T., Lekeux P. Validation and prognostic value of plasma lactate measurement in bovine respiratory disease. *Vet. J*. 2000, 160, 139-146.

DeNise S.K., Robinson J.D., Stott G.H. Effect of passive immunity on subsequent production in dairy heifers. *J. Dairy Sci*. 1989, 72, 552-554.

Fulton R.W., Briggs R.E., Payton M.E., Confer A.W., Saliki J.T., Ridpath J.F., Burge L.J., Duff G.C. Maternally derived humoral immunity to bovine viral diarrhea virus (BVDV) 1a, BVDV1b, BVDV2, bovine herpesvirus-1, parainfluenza-3 virus, bovine respiratory syncytial virus, Mannheimia haemolytica and Pasteurella multocida in beef calves, antibody decline by half-life studies and effect on response to vaccination. *Vaccine*. 2004, 26, 643-649.

Godinho K.S., Sarasola P., Renoult E., Tilt N., Keane S., Windsor G.D., Rowan T.G., Sunderland S.J. Use of deep nasopharyngeal swabs as a predictive diagnostic method for natural respiratory infections in calves. *Vet. Rec*. 2007, 160, 22-25.

Kimman T.G., Westenbrink F., Schreuder B.E., Straver P.J. Local and systemic antibody response to bovine respiratory syncytial virus infection and reinfection in calves with and without maternal antibodies. *J. Clin. Microbiol*. 1987, 25, 1097-1106.

Prado M.E., Prado T.M., Payton M., Confer A.W. Maternally and naturally acquired antibodies to Mannheimia haemolytica and Pasteurella multocida in beef calves. *Vet. Immunol. Immunopathol*. 2006, 111, 301-307.

Robinson J.D., Stott G.H., DeNise S.K. Effect of passive immunity

on growth and survival in the dairy heifer. *J. Dairy Sci*. 1988, 71, 1283-1287.

Sandholm M. A preliminary report of a rapid method for the demonstration of abnormal gammaglobulin levels in bovine whole blood. *Res. Vet. Sci*. 1974, 17, 32-35.

Schreiber P., Thomas A., Linden A. Mainil J., Collard A. Bactériologie comparée des liquides de lavage pulmonaire obtenus par voie transtrachéale ou par voie nasotrachéale chez le veau. *Ann. Med. Vet*. 2000, 144, 169-174.

Thomas A., Dizier I., Trolin A., Mainil J., Linden A. Comparison of sampling procedures for isolating pulmonary mycoplasmas in cattle. *Vet. Res. Commun*. 2002, 26, 333-339.

Van der Poel W.H., Langedijk J.P., Kramps J.A., Middel W.G., Brand A., Van Oirschot J.T. Serological indication for persistence of bovine respiratory syncytial virus in cattle and attempts to detect the virus. *Arch. Virol*. 1997, 142, 1681-1696.

Virtala A.M., Gröhn Y.T., Mechor G.D., Erb H.N. The effect of maternally derived immunoglobulin G on the risk of respiratory disease in heifers during the first 3 months of life. *Prev. Vet. Med*. 1999, 39, 25-37.

Wittum T.E., Perino L.J., Passive immune status at postpartum hour 24 and long-term health and performance of calves. *Am. J. Vet. Res*. 1995, 56, 1149-1154.

VETERINARY ACUPUNCTURE AND TRADITIONAL CHINESE MEDICINE (TCM) IN FARM ANIMALS

Dr. Eric Nelson

The roots of TAOISM and Chinese medicine evolved from primitive SHAMINISM embracing good and evil spirits and ancestor worship. Man was seen as an integral part of nature and in an intensive interaction with his environment. Nature is in a constant state of change and continuous development and breakdown involving the seasons. The total passage of time and the activity that surrounds it is called the TAO. It is irreversible exemplified by the Beetles song "YESTERDAY". It cannot be described and is universal in nature. It is the way, the one, the absolute and is the motive power of creation.

The "TAO" brings about two other forces called the "YIN" and the "YANG". All things in nature develop within a field of tension within the yin and the yang.

The "TAO" is an endless stream, always active but not overflowing. It is profound, the origin of all things.

- "YANG" is the heaven
- "YIN" is the earth
- "YANG" is the male
- "YIN" is the female
- "YANG" is warm
- "YIN" is cold
- "YANG" is active
- "YIN" is passive

Thus the universe is regarded as a complex network of intricate related processes under the control of the yin and the yang.

This polar system pervades every part of the universe as well as having an important role in the control of nature.

The interaction of the yin and the yang gives rise to the flow of the vital energy the "CHI".

This like the "TAO" has no exact definition. Any obstruction to this flow results in one of nature's phenomenon's. In nature obstruction causes stagnation of the "CHI" and is an impairment of the life process. Complete standstill causes the yin and yang to part releasing the chi back to the cosmos resulting in death. In the animal body "CHI" accumulates in the organs and flows round the tissues in pathways called the " JING" LOU". These are the traditional acupuncture channels. Every function of life is an expression of the movement of "CHI" within these channels.

"CHI" of heaven (AIR) and "CHI" of earth combine to make living organisms.

"CHI" within the living organism can take many forms when it is used to maintain life.

Respiratory CHI from the sky (AIR) is called YANG CHI. In Indian Ayrurvedic medicine this is known as the "PRANA and has great importance in their thinking.

Other forms of CHI includes "YIN CHI" (Food), "YUAN CHI" (Hereditary Chi) and "WEI CHI" (Protective Chi).

All protective chi was thought to lie between the muscles and the skin preventing the invasion of the perverse elements.

The body is also composed of essences. (The body fluids) An example of this is blood. Blood transports "CHI" and in TCM blood and chi are said to be interchangeable. On cannot exist without the other.

This is the subject of TCM physiology and is a discipline on its own.

Traditional Acupuncture

Traditional Acupuncture started in the orient about 5000 years ago. Early literature took the form of the "NEI JING". This was written as a dialogue between "HUANG DI" the fifth yellow emperor and his chief physician "QI BO", in which many medical matters are discussed. Today this book is referred to for medical thought and reasoning.

So before stating a treatment an accurate diagnosis must be made. I use traditional and conventional means for this and then work out a treatment. Restoration of the balance of the "CHI" is the ultimate goal and for this I use needles mainly with moxabustion for the deficiency conditions. This is form of heat from burning herbs,

Electro acupuncture is a very useful form of treatment for musculoskeletal conditions. This uses electrical energy. The very latest is the use of light to move and balance energy.

Medical Herbs or better still homeopathy can be used with acupuncture,

I will list the many useful books you can use to use to broaden your knowledge.

In recent years the use of acupuncture in farm animals has stimulated a lot of public interest. Natural medicine and the use of alternative therapies has gained favour over the many conventional drugs that are on the market. The lack of side effects and reduced tissue residues is of great benefit.

Westermayer and Kothbauer have for many pioneered the treatment of farm animals with acupuncture. The German nation for many years has been ahead of us in the use of acupuncture in farm animals. They tend to be scientific in outlook rather than traditional.

In UK after an initial surge of interest, farm animal acupuncture has ceased to be the interesting alternative it once was. In the IVAS course it is still part of the curriculum. I am called today mainly for downer cows which are still a common occurrence. In the beef industry they occur mainly after bad calvings while the same is common in dairy cows metabolic reasons associated with high production often play a part.

The expression " downer cow " is taken to mean a period of prolonged recumbency (more than 24 hours). Unable to stand.

This in the time period of a few days before calving to about a week after.

Causes:

- Metabolic usually low calcium
- Traumatic usually bruising due to nerve damage

- Toxaemic due to mastitis or inflammation from a retained placenta
- Spinal causes due to very difficult calving
- Genetic as Swiss brown with weaver syndrome

Dairy cattle may have a displaced abomasum or a peripartum acetonaemia.

Beware of fractures !! A second calf in a cow with twins. What can we do?

TCM is best suited to the treatment of bruising of the pelvic muscles and the nerves especially the obturator nerve. So we classify it as a Bi syndrome condition as the cause is pain and numbness due to obstruction of the CHI and blood by wind cold and damp when the defensive CHI is week after trauma of calving. (Painful Bi)

Examination first and improve the animals situation

- Outside or inside
- Demeanour dull or bright
- Appetite
- Enviroment. Dry or Damp. Concrete. Windy. Current Temperature
- Body temperature
- Any treatment. Calcium, Magnesium with or without Phophorous. Steroids. Non steroidals Antibiotics
- Calving. Degree of traction, Size of calf
- If still to calve and recumbent is there a metabolic problem, or is there infection due to a dead calf or mastitis
- Trauma due to falling or doing the splits

On arrival to treat a downer cow I insert needles in BI 23 BI 30 GB30

I use hollow needles 23G 4cms long which are inserted into clean Injection sites. Down these I inject 0.5 cc homeopathic Arnica 30C Liquid potency.

The diagnosis is made giving the cause. If this is a case of bruising due to to a bad calving put needles in GV3 and GV4 and electro stimulate at 20 Hertz taking the voltage up to the discomfort zone and reduce so that the cow has only a slight muscular twitch. This will reactivate the motor nerves to the pelvic muscles and stimulate the blood circulation. If available after the half hour treatment I laser GB30 using a cold laser operating at 910 Nanomaters.

Case history

The use of acupuncture on a downer cow at an embryo transplant unit. The cow was called “Gino Orchid” mother of a number of South American Charolais cows This cow after six years of high quality breeding had been sent to an Embryo transplant unit. After three attempted super ovulations and flushes she produced no viable embryos. Each flush involved an epidural and after the third flush she became recumbent. As outside contracted vet I was called to see if I could get her up so she could be returned to her owner. She was known to have slight arthritis of her hips and on my first examination appeared to have lost the use of her back legs. She could drag herself along by her front legs initially but eventually these lost strength and she became a downer cow.

Using Acumedic three inch disposable needles I treated the following points GV3 Pai Hui and GV4 Hou Tan T’ien. Electro acupuncture was used for these Points (10 Herts low intensity)

BI 22 BI 23 BI 31 BI 34 were needled bilaterally.

GB30 Gb31 GB34 Were treated bilaterally with the cold laser 904nm Treatment was carried out twice weekly and after two treatments this cow could just stand. After four treatments she could be led safely on the halter.

The owner wanted some embryos so they agreed to one more superovulation. Only a small dose of lidocaine was used for the epidural and to everyones surprise the flush count revealed fifty six embryos twenty eight of which were viable resulting in twenty pregnancies going to full time. This has been repeated but the outbreak of BSE has halted most of this research.

Aids to the diagnosis and prognosis of these are blood biochemistry and making sure she has a warm dry environment. Tents have been used in some of the cases I have seen. Creatin Kinase levels are used as an indicator of muscular damage and raised white cell levels indicate immune responses. These cows should be rolled several times per day to prevent blood stasis.

There are a number of lifting devices available. Great care should be taken when using these as they can do severe damage if badly used. Inflatable bags are kind to tissue. Operator care is paramount as the cow can roll off them causing damage to man power. Oral glucose and calcium can be bottled in.

Check inner organs by rectal examination. Monitor temperature, respiration and heart rate. Rope back legs together to prevent them splaying out to the anterior Acupuncture best done daily especially the electro treatment.

Also continue to inject small amounts of homeopathic liquid potency daily down needles.

I have had them rise after two weeks but demeanour had always been good and vigilant owner action played a big part.

Dull eyes, failure to eat, shallow heart action with skin ulceration are signs of irreversible pathology. The most humanitarian action here is euthanasia. The only comfort is that you tried but the yin and the yang parted company

and the chi returned to heaven.

TRADUCCIÓN AL CASTELLANO ▼

Acupuntura veterinaria y medicina tradicional china (MTC) en animales de granja

Dr. Eric Nelson

Las raíces del TAOÍSMO y la medicina china vienen del CHAMANISMO primitivo que creía en los buenos y malos espíritus y en el culto a los ancestros. El hombre se veía como una parte integrante de la naturaleza en intensa interacción con su ambiente. La naturaleza está en un estado de cambio constante y de desarrollo continuo y de ruptura con las estaciones. El paso total del tiempo y la actividad que lo rodea se denomina TAO. Está irreversiblemente ejemplificado en la canción de The Beatles, “Yesterday”. No se puede describir y es universal en la naturaleza. Es el camino, el único, el absoluto y es la fuerza motriz de la creación.

- El “TAO” trae consigo otras dos fuerzas, llamadas el “YIN” y el “YANG”. Todas las cosas de la naturaleza se desarrollan en un campo de tensión entre el yin y el yang
- El “TAO” es una corriente sin fin, siempre activa, pero no desbordada. Es profunda, el origen de todas las cosas
- “YANG” es el cielo
- “YIN” es la tierra
- “YANG” es lo masculino

- "YIN" es lo femenino
- "YANG" es cálido
- "YIN" es frío
- "YANG" es activo
- "YIN" es pasivo

De este modo, el universo se considera como una red compleja de procesos intrincados relacionados bajo el control del yin y el yang. Este sistema polar impregna cada parte del universo, a la vez que tiene un importante papel en el control de la naturaleza.

La interacción entre el yin y el yang da lugar al flujo de la energía vital "CHI".

El "CHI", igual que el "TAO" no tiene una definición exacta. Cualquier obstrucción de esta corriente causa un fenómeno natural. En la naturaleza, la obstrucción provoca el estancamiento del "CHI" y es una alteración del proceso de la vida. La paralización completa hace que el yin y el yang se separen, liberando el "CHI" de vuelta al cosmos y dando lugar a la muerte. En el cuerpo del animal, el "CHI" se acumula en los órganos y fluye alrededor de los tejidos por unos canales llamados "JING LOU". Estos son los canales de la acupuntura tradicional. Cada función de la vida es una expresión del movimiento del "CHI" por estos canales.

El "CHI" del cielo (AIRE) y el "CHI" de la tierra se combinan para hacer organismos vivos, el "CHI" de los organismos vivos puede tomar muchas formas cuando se utiliza para mantener la vida.

El "CHI" respiratorio del cielo (AIRE) se denomina YANG CHI. En la Medicina India Ayurveda, esto se conoce como el "PRANA" y tiene una gran importancia en su pensamiento.

Otras formas del CHI son: el "YIN CHI" (comida), el "YUAN CHI" (CHI hereditario) y "WEI CHI" (CHI protector). Se creía que todo el CHI protector se encontraba entre los músculos y la piel, impidiendo la invasión de elementos perversos.

El cuerpo también está compuesto de esencias (los fluidos corporales). Un ejemplo, es la sangre. La sangre transporta "CHI" y en la MTC se dice que el CHI y la sangre son intercambiables. Uno no puede existir sin el otro.

Este es el tema de la fisiología de la MTC y es una disciplina en sí misma.

Acupuntura tradicional

La acupuntura tradicional comenzó en Oriente hace alrededor de 5.000 años. Los primeros estudios tomaron la forma de "NEI JING". Estaban escritos como un diálogo entre "HUANG DI", el quinto Emperador Amarillo, y su médico jefe "QI BO", en el que se trataban muchos asuntos médicos. Hoy en día, este libro es de referencia para el pensamiento y el razonamiento médico.

Por tanto, antes de establecer un tratamiento, se debe hacer un diagnóstico preciso. Yo utilizo medios tradicionales y convencionales para ello y después elaboro un tratamiento. La restauración del equilibrio del "CHI" es el objetivo final y, para ello, utilizo agujas con moxibustión principalmente para las condiciones deficientes. Esto es una forma de calor a partir de hierbas ardientes.

La electro-acupuntura es una forma de tratamiento muy útil para los problemas músculo-esqueléticos. Utiliza energía eléctrica. Lo último es el uso de la luz para mover y equilibrar la energía.

Las hierbas medicinales o, mejor aún, la homeopatía se pueden combinar con la acupuntura.

Voy a enumerar varios libros útiles que pueden consultar para ampliar su conocimiento.

En los últimos años, el uso de la acupuntura en animales de granja ha suscitado un gran interés público. La medicina natural y el uso de terapias alternativas han ganado aceptación frente a muchos fármacos convencionales que hay en el mercado. La ausencia de efectos secundarios y los reducidos residuos que quedan en los tejidos constituyen un gran beneficio.

Westermayer y Kothbauer son pioneros en el tratamiento de animales de granja con acupuntura. Alemania, durante muchos años, ha sido pionera en el uso de la acupuntura en los animales de granja. Tienden a ser más científicos en la perspectiva que tradicionales.

En Reino Unido, después de una explosión inicial de interés, la acupuntura en animales de granja ha dejado de ser la alternativa interesante que fue una vez. En el curso de la Sociedad Internacional de Acupuntura Veterinaria (IVAS, por sus siglas en inglés) sigue siendo parte del currículo. A mí, me llaman principalmente para vacas caídas, que siguen siendo un problema común. En el ganado de carne se dan principalmente después de malos partos; mientras que, en vacas lecheras, es habitual que ocurra por razones metabólicas relacionadas con la alta producción.

La expresión "vaca caída" se entiende como un periodo de decúbito prolongado (más de 24 horas). Incapaz de levantarse. Esto en el periodo de tiempo que abarca desde unos días antes del parto hasta una semana después del mismo.

Causas:

- Metabólicas, normalmente, calcio bajo
- Traumáticas, generalmente, contusiones debido a daño en los nervios
- Toxémicas, debido a una mamitis o a la inflamación por una retención placentaria
- Causas espinales por partos muy complicados.
- Genéticas, como en la Parda Alpina, con síndrome de Weaver

El ganado lechero puede tener un desplazamiento del abomaso o una acetonemia en el periparto. ¡Cuidado con las fracturas! Un segundo ternero en una vaca con gemelos.

¿Qué podemos hacer?

La MTC es más adecuada para el tratamiento de contusiones de los músculos de la pelvis y los nervios, concretamente, el nervio obturador. Por tanto, se puede clasificar como una condición de síndrome Bi ya que la causa es dolor y entumecimiento debido a la obstrucción del CHI y la sangre por el viento frío y húmedo cuando el CHI defensivo está débil después del trauma del parto (Bi doloroso).

Primero examinar y mejorar la situación de los animales:

- Fuera o dentro
- Comportamiento apagado o alegre
- Apetito
- Ambiente. Seco o húmedo. Cemento. Ventoso. Temperatura actual
- Temperatura corporal
- Cualquier tratamiento. Calcio, magnesio con o sin fósforo
- Esteroides. Aine's. Antibióticos
- Parto. Grado de tracción. Tamaño del ternero
- Si todavía no ha parido y está postrada, hay un problema metabólico o hay una infección debido a un ternero muerto o a una mamitis
- Traumatismo por caída o por luxación de caderas

A la hora de tratar una vaca caída, inserto agujas en los puntos BI 23 BI 30 GB30. Utilizo agujas huecas 23G de 4 cm de longitud, que se insertan en los puntos de inyección limpios. Debajo de

estos inyecto 0,5 cc de árnica 30C homeopática. Potencia líquida.

El diagnóstico se hace dando la causa. En un caso de contusión debido a un mal parto, introducir agujas en los puntos GV3 y GV4 y electroestimular a 20 Hz subiendo el voltaje hasta la zona de incomodidad y reduciéndolo para que la vaca sólo tenga una ligera sacudida muscular. Esto reactivará los nervios motores de los músculos de la pelvis y estimulará la circulación sanguínea. Si está disponible, después de media hora del tratamiento, un láser GB30 utilizando un láser frío funcionando a 910 nanómetros.

Historia del caso

El uso de la acupuntura en una vaca caída en una unidad de trasplante de embriones.

La vaca se llamaba "Gino Orchid", madre de varias vacas Charolesas sudamericanas. Esta vaca, después de seis años de cría de alta calidad, se envió a una unidad de trasplante de embriones. Después de tres intentos de súper ovulación y aspirado, no produjo ningún embrión viable. Cada aspirado implicaba una epidural y, después de la tercera intervención, se tumbó. Como veterinario externo contratado, me llamaron para ver si podía levantarla para poder devolvérsela a su propietario. Se sabía que tenía una artritis leve en las caderas y, en mi primera exploración, parecía que había perdido el uso de sus patas traseras. Se podía arrastrar con sus patas delanteras al principio; pero, al final, estas perdieron fuerza y se convirtió en una vaca caída.

Utilizando agujas desechables Acumedic de tres pulgadas, traté los siguientes puntos: GV3 Pai Hui y GV4 Hou Tan T'ien. Utilicé electroacupuntura para estos puntos (10 Hz, baja intensidad).

Se pusieron agujas bilateralmente en Bl 22 Bl 23 Bl 31 Bl 34.

Los puntos GB30, GB31 y GB34 fueron tratados bilateralmente con el láser frío de 904nm.

El tratamiento se llevó a cabo dos veces a la semana y, después de dos tratamientos, esta vaca se podía sostener. Tras cuatro tratamientos, se podía conducir con seguridad con el cabestro. El propietario quería más embriones, por lo que se accedió a hacer una superovulación más. Sólo se utilizó una pequeña dosis de lidocaína para la epidural y, para sorpresa de todos, el recuento del aspirado reveló 56 embriones, 28 de los cuales eran viables y dieron como resultado 20 gestaciones completas. Esto se ha repetido, pero el brote de la Encefalopatía Espongiforme Bovina (BSE, por sus siglas en inglés) ha detenido gran parte de esta investigación.

Las ayudas para el diagnóstico y pronóstico de estos procesos son la bioquímica sanguínea y asegurarse de que tiene un entorno cálido y seco. Se han utilizado carpas en algunos de los casos que he visto. Los niveles de creatinín quinasa se utilizan como indicadores del daño muscular y los niveles elevados de glóbulos blancos indican las respuestas inmunes.

Estas vacas deben ser rodadas varias veces al día para evitar el estancamiento de la sangre. Hay muchos dispositivos de elevación disponibles. Hay que tener mucho cuidado al utilizarlos ya que pueden ocasionar daños graves si se usan mal. Las bolsas inflables son buenas con el tejido. El cuidado del operador es fundamental, ya que la vaca puede rodar, haciendo daño al hombre. Se pueden dar glucosa y calcio por vía oral. Comprobar los órganos internos por exploración rectal. Controlar la temperatura, la respiración y el ritmo cardíaco. Unir las extremidades traseras para evitar que se extiendan hacia delante.

Es mejor hacer la acupuntura diariamente, sobre todo, el tratamiento eléctrico.

También, continuar inyectando pequeñas cantidades de potencia líquida homeopática diariamente, debajo de las agujas.

He conseguido levantarlas después de dos semanas, pero el comportamiento no siempre ha sido bueno y la acción vigilante del propietario ha jugado un papel importante.

Los ojos apagados, la falta de apetito, una escasa actividad cardíaca y las úlceras en la piel son signos de patología irreversible. La acción más humanitaria en este caso es la eutanasia. El único consuelo es el haberlo intentado; pero, el yin y el yang se han separado y el CHI ha regresado al cielo.

MANEJO Y ALIMENTACIÓN

ACHIEVING MAXIMUM GROWTH POTENTIAL OF REPLACEMENT HEIFERS THROUGH MANAGEMENT AND NUTRITION

Dr. Robert B. Corbett

DVM, PAS, Dipl. ACAN
Dairy Health Consultation

Raising replacement heifers is often looked upon as a major cost on the farm without a return on the investment until the animal begins its first lactation. As a result, heifers are often fed the cheapest feed available with minimum inputs on facilities and labor until they approach the time of calving. Efforts to improve management and nutrition of the dairy replacement heifer, in order to decrease the "age at first calving", have been labeled as an "accelerated heifer growth program". All young animals have a certain potential rate of growth that is possible to attain, as long as they receive adequate nutrition to provide the required nutrients that allow them reach their growth potential. The goal in other food animal livestock production systems such as poultry and swine, is to provide these animals with excellent nutrition that optimizes the health as well as the rate of growth of these animals. Dairy calves are the only livestock that I can think of where they are purposely "limit fed". Calves may be allowed to eat all they want, but the protein and energy levels may not be provided in the amounts to allow them to reach their individual growth potential. "Accelerated heifer growth programs" is actually a poor description and often misleads those who hear the term to think that it is an abnormal management procedure and that animals are somehow force-fed or artificially induced to grow at rates that are not normal. A more proper term would be "programs to allow the replacement heifer to reach its normal growth potential". Dr. Jim Drackley from the University of Illinois suggested we call it "biologically normal growth".

However, since the term "Accelerated Heifer Growth" is a more familiar term, I will continue to use it when referring to programs which maximize the normal potential rate of growth. Accelerating heifer growth has been a very controversial subject in recent years. The main controversy revolves around the subject of fat deposition in the udder during periods of rapid weight gain. However, I would like to start by differentiating between accelerated weight gain and accelerated growth rate. In my opinion, these are two completely different topics. Accelerated weight gain occurs when excessive levels of energy are fed to heifers with insufficient amounts of metabolizable protein which results in overconditioning without an increase in frame size. Accelerated growth rate involves formulating a ration that is much higher in metabolizable protein with sufficient amounts of energy provided to allow the utilization of this protein as well as the other energy requirements of the animal without causing excessive deposition of body fat. This results in an increase in frame size without overconditioning the heifer, reaching puberty and breeding size at an earlier age, and reduced age at first calving without compromising size at first calving or first lactation milk production. This process must start soon after birth in order to obtain the maximum frame size possible at calving.

Dairy owners are well aware of the importance of delivering adequate amounts of high quality colostrum to newborn calves as soon as possible after birth. A recent publication states that calves receiving adequate amounts of colostral immunoglobulin have reduced morbidity and mortality, reduced treatment costs, improved growth rates to 180 days, improved feed efficiency, decreased age at first calving, and increased first lactation milk yield (Faber *et al.*, 2005). The calf should receive 10% of its body weight in high quality, first milking, clean colostrum as soon as possible after birth. It is also recommended that a second feeding of first milking colostrum be given at a rate of 5% body weight within 8 hours of the first feeding. High quality colostrum will contain at least 50 grams per liter of IgG immunoglobulin, and have a low bacteria count, preferably below 10,000 per milliliter, and less than 1,000 coliform bacteria per milliliter. However, if proper management and hygiene of colostrum is observed, it should be possible to achieve the same goals for bacteria counts that are established for bulk tank milk shipped to the processing plant which is <10,000 Standard Plate Count and <300 Coliform Count. Colostrum can be given for the first 2-3 feedings if desired. It is also a common practice to feed transition milk (second and third milking colostrum) to the calf for the first week. An entire article can easily be written just on Colostrum Management so no more than this basic description will be covered here.

Most of the accelerated formula milk replacers will contain between 26 and 30% protein and 15 to 20% fat. The protein level is very similar to that of whole milk solids but the fat level is somewhat lower. The purpose of this protein to fat ratio is to promote lean tissue growth rates and minimize the effect of fat on starter grain intakes. Research at the University of Illinois showed that the ratio of lean tissue to body fat was much greater and that the efficiency of gain was much greater in those calves fed the high protein milk replacer. These calves gained weight much faster but also required less dry matter per pound of weight gain. This fact needs to be considered when evaluating the economics of an accelerated calf growth program. This same study fed 3 groups of calves a 26% crude protein, 18% fat milk replacer at a rate of 10 %, 14% or 18% of body weight per day. The corresponding growth rates were 0.79 lbs, 1.55 lbs and 2.25 lbs respectively. I would like to emphasize again that the calves with the greatest growth rates had the highest lean tissue to fat tissue ratio. The higher protein milk replacer promotes more lean tissue gain as well as improves efficiency of gain.

It is important that the protein:energy ratio be calculated properly in order to achieve the maximum rate of growth without excessive fat deposition. The following table summarizes the current information about the requirements for growth of the calf based on the body composition data derived since the 2001 NRC was published.

Table 1. The energy and crude protein requirements of calves from birth to weaning (Van Amburgh and Drackley, 2005)

Rate of Gain, lb/d	Dry matter intake, lb/d	Metabolizable energy, Mcal/d	Crude protein, g/d	Crude protein, % DM
0,45	1,2	2,4	94	18,0
0,90	1,4	2,9	150	23,4
1,32	1,7	3,5	207	26,6
1,76	2,0	4,1	253	27,5
2,20	2,4	4,8	307	28,7

The energy requirements are slightly lower than previous recommendations since they were based on heavier veal type calves fed higher fat diets and depositing more fat per unit of weight gain. The protein requirements are higher than the NRC 2001 due to recent research updating the efficiency of use calculation for protein. This research indicated that the absorbed protein was used with an efficiency of 0.70 instead of 0.80 as suggested by the 2001 NRC. This results in an increase in the protein requirement that is 10-12% higher than the current predictions (Van Amburgh, 2006).

Researchers at Cornell University are recommending that milk replacer should be formulated at 28% protein and 15% fat and fed at a rate of up to 20% of body weight (Van Amburgh and Drackley, 2005). Young calves are more efficient at converting feed to body weight, and this fact should be taken advantage of when the calves are still on milk. Danish research has also shown that calves fed milk free choice gained 0.66 lbs. per day more than those fed 10 lbs. of milk per day. Those that gained weight the fastest also gave more than 1,000 lbs. of milk during their first lactation than those receiving the 10 lbs. of milk per day (Foldager and Krohn, 1994).

The traditional method of feeding calves for the last 60 years has been to provide them with 2 quarts of milk per feeding and two feedings per day. When milk replacer was first developed, the purpose was to provide the dairy owner with a product that could be fed to the calves that would allow the dairyman to sell more of his milk. It is obvious that if the product was to be less expensive than whole milk, then it would have to have a lower nutrient content. Since no one was really aware of how much milk the newborn calf required, or normally consumed, it became a standard practice to feed the calf 2 quarts twice a day. The bottles that were manufactured to feed the calves were two quarts in size, and still the most common bottle used to feed calves is the 2 quart bottle.

The most common milk replacer in use today contains 20% protein and 20% fat. Whole milk from Holsteins averages about 27% protein and 30% fat on a dry matter basis. Milk replacer is commonly mixed at a rate of 1 pound of milk powder to 1 gallon of water. Since milk replacer is 95% dry matter and water weighs 8.34 pounds per gallon, the milk solids content of a 20:20 milk replacer mixed at this rate is 11.34%. Whole milk from Holsteins averages about 12.5% solids. When calculating the total amount of protein and fat that the dairy calf receives from 1 gallon of a 20:20 milk replacer mixed at 1 pound per gallon compared to 1 gallon of whole milk, the 20:20 milk replacer has 0.19 pounds of protein and 0.19 pounds of fat, and the whole milk contains 0.285 pounds of protein and 0.317 pounds of fat. Whole milk contains 50% more protein and 67% more fat than the 20:20 milk replacer! It is no wonder that when a dairy switches their calves from a 20:20 milk replacer to whole milk that they notice a tremendous improvement in the health and growth of the calf.

The National Research Council (NRC) publishes the Nutrient Requirements for Dairy Cattle. It has also produced a computer program that allows the nutritionist to evaluate feeding programs and see what the potential gain is from protein and from energy. If the standard 2 quarts twice a day of a 20:20 milk replacer is entered into this program, and the environmental temperature is set at 68° F, the calf has the potential to gain about 0.5 pounds per day from protein, and about 0.5 pounds per day from energy. The thermoneutral temperature of the calf is 68° F (20° C). This is the temperature at which the calf does not have to expend any extra energy to either warm itself or cool itself. If the environmental temperature drops to 32° F (0° C), the NRC program calculations result in a weight loss, both from the protein supply as well as the energy supply. We already discussed the fact that whole milk contains 50% more protein and 67% more fat than a 20:20 milk replacer. We should expect much better results from whole milk than we would the milk replacer. At 68° F the program states that the calf should gain approximately 0.75 pounds per day from protein and the same from energy. However, when the calculations are done at 32° F, the result is weight loss, both from the amount of protein and also energy. It is no wonder then, that when the environmental temperature is cold, we see weight loss and a significant increase in respiratory disease in calves that are only fed 2 quarts twice a day.

If a dairy calf was allowed to nurse its mother, it would nurse approximately 10 times per day and would consume an average of 20% of its body weight per day in milk. If we assume that a Holstein calf weighs 85 lbs., 20% of its body weight would be approximately 2 gallons. This is twice as much milk as a calf would normally receive on a traditional program on most dairies, especially those that are bottle fed. The Holstein calf would consume approximately 0.7 pounds of protein per day, compared to 0.285 pounds of protein when receiving only 4 quarts a day of whole milk or 0.19 pounds of protein when receiving 4 quarts of a 20:20 milk replacer. This protein is required by the calf in order to allow it to grow and develop according to its own genetic potential.

The amount of fat is also doubled, which permits the calf enough energy to fuel the various systems of the body, as well as their immune system. This energy is also utilized when environmental temperatures are colder, to provide the energy to maintain the body temperature and continue to gain weight.

It is obvious then, that a nutritional program must be developed that will provide this increased amount of protein and energy to the calf, so that the calf will continue to grow and be healthy, regardless of the environmental temperature. In order to do this, the amount of nutrients consumed by the calf per day can be increased by increasing the volume of milk fed per feeding, increasing the number of feedings per day, and increasing the solids content of the milk or milk replacer. When any of these management practices, or combination of these practices are implemented, a noticeable improvement in the health and condition of the calves will be observed in just a few weeks.

It is obviously less expensive if the dairy utilizes its waste milk to feed the calves. However, it is important that this milk is pasteurized, in order to reduce the bacterial load in the milk and decrease the adverse effects of high bacterial counts on the gastrointestinal tract of the young calf. The calf should receive 15% of its body weight in milk per day during the first week of life. This would amount to 3 quarts twice a day for the average Holstein calf. Starting at the second week of life, this amount should be increased to 4 quarts twice a day or 20% of its body weight. This amount should be maintained until the calf is eating enough of a high quality starter to begin the weaning process. Starter amount and quality will be discussed later.

It is possible to increase the solids content of whole milk with milk replacer or "milk extenders". Milk extenders are formulated specifically to be added to whole milk, and are usually higher in protein than in fat. If either one of these products are used, it is very important to monitor the percent solids of the final product with a Brix Refractometer. The percent solids can be raised to 15% without creating any issues with nutritional diarrhea. Under excellent management conditions, the percent solids can be increased to as high as 18%, if free choice water is available to the calf at all times, without causing issues with osmotic diarrhea. It is important to not increase the percent solids more than 2% per adjustment, if changing your program on calves that are currently on just whole milk or milk replacer which is approximately 12% solids. If starting new calves on a higher percent solids diet following colostrum, it can be done at the very next feeding since colostrum is around 24% solids.

The same type of program should be used if feeding milk replacer. It is difficult to provide the maximum levels of protein and energy required by the calf to reach its potential rate of growth with a 20:20 milk replacer. For this reason, newer formulas have been developed that have much higher levels of protein (26-28%) and approximately the same level of fat (15-20%). The higher protein level allows the calf to grow faster in stature and muscle development without becoming over-conditioned, but at the same time provides the necessary energy for maintaining body temperature, growth, and fueling the immune system. Research has shown that higher fat levels in the milk will suppress the appetite and discourage intake of calf starter. It is also recommended to increase the solids of the milk replacer to 15% or higher in order to better meet the nutritional requirements of the calf. Higher protein diets will improve feed efficiency thus decreasing the amount of solids needed per pound of gain for the calf.

It is also possible to increase nutrient intake by increasing the number of feedings per day. If using bottles to feed the calves, it is very difficult to increase the volume of milk fed per day unless the number of feedings are increased. There are 3 quart bottles available now that are helpful, but still only allow 6 quarts per day to be fed, which is about 75% of the recommended amount if the calves are fed twice a day. This is obviously much better for the calf to receive more feedings per day, but also requires a significant increase in labor costs so many dairy owners are reluctant to increase nutrient intake by increasing the number of feedings per day. This is one of the main reasons why feeding methods have been developed to allow multiple feedings per day with minimal labor. These would include computerized automatic milk feeders, and free access to acidified milk. The main drawback to these systems is that an increase in the spread of infectious disease, usually respiratory disease, is often noticed. There has been a tremendous amount of work done at the University of Wisconsin in recent years in the proper design and ventilation of group-housed calves which has resulted in a significant decrease in the incidence of respiratory disease in these facilities.

Another false paradigm that needs to be addressed concerning traditional milk feeding systems is that the earlier a calf is weaned, the better. This has become a common management procedure for several reasons. One is that the cost of milk or milk replacer is higher than dry feed for the calf. The second, is that it is a common belief that the calf has more problems with infectious disease while it is on milk. The entire heifer raising operation on a dairy farm is commonly thought to be a significant cost with no return to the farm until the heifer enters the lactation herd. When looking at the costs of raising a heifer, the most common approach is to look at the cost per animal per day. However, what is important is the cost per pound of gain of this animal since size and weight are what determines the age at first breeding as well as the appropriate size at first calving.

Feeding high quality feeds, especially milk products, will be more efficiently utilized and converted into pounds of weight gain, thus reducing the cost per pound of gain. As far as illness is concerned, the most common time for young calves to have problems with diarrhea is between 7-12 days of age. This is because the most common causes of diarrhea (Rota and Corona Virus, and Cryptosporidium) usually manifest themselves at this time. It is also common to see issues with respiratory disease around 30 days of age because many milk feeding protocols call for a reduction in the quantity of milk being fed at this time. This stresses the calf, and with a lower nutrient intake the immune system cannot function properly, thus resulting in a higher incidence of disease. Also, 3-4 weeks is the time when the calf's nutrient supply on a traditional feeding program becomes significantly deficient to the point where their immune system cannot function properly and disease incidence increases, especially respiratory disease. Research from Cornell University has shown that heifer calves that are treated only one time with antibiotics (usually for respiratory disease), and respond to treatment, gave 1085 pounds less milk during their first lactation.

Unfortunately, the main goal of many heifer operations is to wean the calf early. The main goal of any dairy heifer replacement operation should be to raise a high quality, healthy, heifer calf that has had the proper nutrition to be able to maximize its own genetic potential for growth, and to do it economically. These heifers would reach breeding size earlier, and also enter the lactating herd at a younger age but at the desired size and weight, and with the ability to produce much more milk during its productive life. There are numerous research studies that indicate that the higher plane of nutrition during the milk-fed phase will result in an average of 1,700 lbs. more milk during the first lactation. This increase in production also continues into subsequent lactations. Early weaning has a detrimental effect on the health and growth of the calf, as well as its ability to produce milk in the future.

Calf operations that have implemented this program of providing a higher plane of nutrition for the milk-fed calf have seen tremendous improvements in the health of the calf. In the past, it has been a common goal of well-managed dairies to have a death loss of 5-7% while the calves are on milk. Dairies that are feeding the amounts of milk suggested in this article are commonly seeing a death loss of less than 0.5 to 1%. The number of calves that are treated for various illnesses is also greatly reduced. It is not uncommon to see a decrease of at least 80% in the cost of the medicine to treat calves during the milk-fed phase.

Another common paradigm is that the earlier a calf consumes large amounts of calf starter, the better, since calf starter consumption is related to rumen development. Quite to the contrary, this is an indication that the young calf is not receiving enough nutrients through its milk supply to fulfill its requirements for energy and protein and is desperately looking for other sources of nutrients to fulfill these requirements. Since the calf's rumen is not yet developed, it does not have the ability to efficiently utilize the nutrients in a calf starter grain. The energy and protein in milk or milk replacer made from only milk products is rapidly available to the calf and is easily digested. For this reason, it is not advisable to feed any soy protein in milk replacer until calf is at least 3-4 weeks old. Preferably, soy protein would be better left out of milk replacer in general.

The goal is to maintain the calf on a consistent level of milk (20% of birth weight) until the calf has developed the ability to consume enough calf starter to start the weaning process. Unfortunately, the most common level of crude protein in commercially available

calf starters is 17-18%. It was previously mentioned that the protein level of whole milk in Holsteins is around 27% on average, on a dry matter basis. This is a tremendous drop in protein content from whole milk to a calf starter. Therefore, the calf has to consume enough calf starter prior to weaning to be able to meet its nutrient requirements after weaning. Also, one must assume that the efficiency of rumen fermentation of the young heifer is not as good as older animals, and the ability to utilize the nutrients in calf starter is limited. In general, if an 18% protein calf starter is used, the calf should consume somewhere around 4 pounds of it for 3 days in a row before starting the weaning process. However, if a high quality starter is used than contains around 24-25% protein, approximately 2 pounds should be consumed for 3 days in a row before starting the weaning process.

There is a general concern that if the calf is fed larger volumes of milk, that the desire to consume calf starter will be significantly delayed. Once again, I would like to mention the fact that early consumption of calf starter is a sign of malnutrition. Initially, the calf will definitely consume less calf starter. However, dry matter intake depends on body weight, and calves that are consuming larger volumes of milk have the ability to gain over 2 pounds per day compared to only 0.5 to 0.75 pounds on a traditional program. Since these calves gain so much more per day, the desire to consume more dry matter comes along with the increased body weight. By the time the calf is 4-6 weeks old, the amount of calf starter consumed increases significantly and the calf will more than likely be consuming enough calf starter to start the weaning process between 7 and 10 weeks of age, depending on the size of the calf.

This process of "transitioning" from a total milk or milk plus some dry feed diet, to a 100% dry feed diet is much more complicated than many people think. There are two very important factors that must be considered when designing a successful "Transition Management and Nutrition Program" for the dairy calf. One is the ability of the calf to consume enough high quality starter to supply its nutrient requirements prior to weaning, and the other is adequate rumen development. Both of these factors are often ignored when weaning calves based on age only.

What determines whether or not the calf starter is "high quality"? The calf starter should contain a minimum of 22% protein, but 24-25% is preferred. The source of protein in the calf starter should be soybean meal. Soybean meal has a good amino acid balance, is highly digestible, and degradable in the rumen. This provides a readily available protein source for the rumen bacteria, allowing it to multiply rapidly thus improving their ability to digest and ferment feed that enters the rumen. Bypass protein sources should not be used in calf starters. In the developing rumen, the ability to utilize the protein is limited anyway, and any protein not digested in the rumen becomes bypass protein and passes on into the small intestine for absorption. There needs to be a readily available form of starch in the calf starter. Whole corn is often used in calf starters, but the starch is not rapidly available, and as a result, tends to impede rumen development. The calf starter should be very consistent, especially in the moisture content. Calves are very habitual eaters and do not like changes in the consistency of their feed. This tends to decrease dry matter intake of the starter.

An entire article could be written on the process of rumen development, so we will only cover the basics here. When the calf is born, the rumen is significantly smaller than the abomasum and is not developed as far as the musculature of the rumen is concerned, and rumen papillae are absent. The rumen is essentially sterile at birth, and the first bacteria that enter the rumen are those that are ingested from the environment. The majority of these bacteria are "aerobic", or require oxygen to grow. The rumen of the adult cow has an "anaerobic" environment, which means that the bacteria do not grow in the presence of oxygen. During the development of the rumen, the population of bacteria changes from aerobic to anaerobic.

Bacteria require a liquid environment in order to grow. Unfortunately, there are still dairies that either provide no water, or water access is limited to the calves that are being milk-fed. This inhibits the growth of the bacteria that are important in rumen development, thus delaying it significantly. It is often noticed that calves with limited water access, really struggle after weaning and have a high incidence of respiratory disease. Many people think that since milk is close to 90% water, that it should satisfy the requirement for water. However, regardless of whether or not the calf sucks a bottle or drinks from a bucket, the esophageal groove closes and the milk bypasses the rumen and goes directly into the abomasum. Therefore, the water requirement for the rumen bacteria is not met. However, when drinking water from a bucket, it flows directly into the rumen. A high percentage of calves will drink fresh water when it is offered to them after their milk feeding. Multiple studies have been done to show that there is a significant increase in starter consumption when calves have free choice water. This also accelerates rumen development, as well as increases the growth rate of the calf.

As mentioned previously, the calf starter must also contain a readily available source of starch. When starch is fermented in the rumen, butyric acid is produced in large amounts. Research has shown that butyric acid has more influence on the development of both rumen size and rumen papillae than any other substance in the rumen. Rumen papillae are necessary for the absorption of volatile fatty acids (VFA's) that are produced in the rumen during the fermentation of feed. These VFA's are an important source of energy to the ruminant. A poorly developed rumen cannot absorb these VFA's efficiently, which results in the buildup of these acids in the rumen and can result in serious issues with rumen acidosis. Corn is the most common source of starch in calf starters. There are several forms of corn that can be used in calf starters. Steam-flaked corn has the most highly available form of starch. The only problem with it is that the flake is fairly thin and tends to break up in the starter, thus resulting in an excessive amount of fines. Rolled corn is not submitted to quite as high of temperatures and the thickness is greater than steam-flaked corn. It has less fines than steam-flaked corn, but can still result in more fines than desired. Bump corn is rolled but only slightly. It is significantly thicker than regular rolled corn but is still easy for the calf to chew up and starch is fairly available. Some starters contain whole corn which is also palatable, but the starch is not very available to the rumen bacteria. Studies have shown that rumen development in calves that are fed whole corn is slower than with other forms of corn. Therefore, it would be better to avoid whole corn in the calf starter if possible. Some calf starters will contain a small amount of flaked barley in them as a source of rapidly available starch, thus providing some starch immediately to the developing rumen bacteria, before the starch from corn is available.

Calf starters are available in three different forms, textured, pelleted, or meal. The textured form is preferred for several reasons. One is that it is more palatable, and results in a higher level of dry matter intake than the other two forms. The other is that because of its form, it tends to do a better job in stimulating the musculature of the rumen wall. There is some concern that if the milk-fed calf does not have some forage to nibble on, the musculature of the rumen wall will not develop properly. However, research has shown that textured starters function in the rumen to develop the muscle layer sufficiently in the absence of forage. The size of the pellet in both textured starters and pelleted starters is important in this process. Unfortunately, many calf

starters use small size pellets in them (8 mm), which are less effective in developing the rumen musculature. I prefer to use a 5/16 inch diameter pellet (12 mm). When running a side by side trial, I have seen an average of 15% in increase in dry matter intake of a textured starter when compared to a pelleted starter. Some dairies make their own calf starter. Since they usually do not have the ability to manufacture pellets on the farm, the starter is a mixture of various forms of ground feed or meal. In general, calves do not like this form of feed, and dry matter consumption of this form is less than the pelleted or textured form.

In order to "transition" the calf, the weaning process has to be in synch with rumen development. There are pictures accessible on the internet that show a fairly well developed rumen at 4 weeks of age. However, these calves were not receiving 20% of their body weight in milk per day and were essentially forced to look elsewhere for the nutrients needed to survive. Once again, early consumption of large amounts of calf starter is a sign that the calf is not receiving enough nutrients in its milk to satisfy its requirements for growth and maintenance. Since the rumen is not well-developed at the time that the calf starts to consume calf starter, a very small portion of it is actually digested and utilized by the calf. Therefore, the calf is not receiving enough nutrients from the limited amount of milk and starter to allow it to reach its genetic potential in growth. Even though the rumen is developed in this case at 4 weeks, the calf is still not growing well, and its immune system is not receiving enough nutrients to function properly.

If the calf receives 20% of its body birth weight per day from the 2nd week of life, and continues to receive this amount, the consumption of calf starter gradually increases as the calf grows and gains weight. Once it reaches the weight where it needs more nutrients, calf starter consumption increases accordingly. It will usually take 3-4 weeks for the calf to increase consumption of calf starter to the point where the goal of 4 pounds of low quality starter (18% protein) or 2 pounds of a high quality starter (24-25% protein) is consumed. This is enough time for the rumen to develop sufficiently to digest or ferment the feeds that enter the rumen. It is best to feed only calf starter for at least 7-14 days after weaning, to further develop the rumen from starch fermentation and the production of butyric acid. Calves should be left in the hutch or individual pens during this time in order to observe the amount of starter consumption.

Traditional weaning programs will have a goal of weaning the calf at a specific age. In order to accomplish this, the amount of milk being fed is reduced at a certain age in order to force the calf to consume more starter. The calf usually only has about one week at this reduced amount of milk before being weaned. The problem with this system is that the rumen does not have sufficient time to develop prior to the calf being weaned. The calf is forced to consume more starter to try and satisfy its appetite and nutrient requirements, but does not have a sufficiently developed rumen to ferment the feed in the rumen efficiently. These calves will often develop rumen acidosis and "matting" of the rumen papillae. Calves can be successfully weaned on this type of program if they have been consuming a significant amount of calf starter for at least 3 weeks prior to weaning. However, if consuming a lot of starter early on like this system requires, they are definitely not receiving enough nutrients through the milk to meet their nutritional requirements for achieving their genetic potential for growth and properly fueling their immune system.

In recent years, there has been an increasing awareness of the importance of increasing the amount of milk to the calf. For this reason, it has become more commonplace to see an increasing number of computerized automated milk feeders. Most of these feeders have flexibility in their programming to allow just about any type of feeding program desired. However, many of these come already programmed with a complicated series of increases and decreases in the amount of milk that the calf is allowed to drink from week to week. One common approach is to gradually increase the amount of milk per day until it peaks at a certain level and then turn around and immediately start reducing the amount of milk per day in an effort to encourage starter intake. Most are programmed to allow weaning before 8 weeks of age. Again, this approach forces the calf to eat more starter, and the rumen may not be sufficiently developed to efficiently digest or ferment dry feed.

One major problem with computerized feeders is that when the calves are group housed, there is no way to observe what the individual intake of starter is per calf. Even though the program has reduced milk intake, some of the calves may not be consuming enough starter prior to weaning to be able to meet its nutritional requirements after weaning. For this reason, it is common to see calves struggle post weaning with poor weight gains and an increase in respiratory disease. In many cases, existing buildings have been retrofitted with computerized feeders without taking into consideration the ventilation of these facilities. Numerous operations have experienced serious issues with respiratory disease and increased death losses when moving into these poorly ventilated barns. Dr. Ken Nordlund at the University of Wisconsin has done a tremendous amount of work in the design of calf barns and ventilation systems, and his guidelines for the design of calf barns have greatly reduced the incidence of respiratory disease.

Some dairies in cooler climates have developed programs for the feeding of acidified milk. In this case, the calves have free access to milk at all times. The low pH of the acidified milk tends to limit the amount of milk they will consume in one feeding, but calves may still consume up to 12 quarts or more of milk per day. These calves will gain weight rapidly; however, the same issue exists at weaning time. They are usually group housed so the amount of milk must be reduced prior to weaning, so some calves may not be consuming enough starter at weaning since individual starter consumption cannot be monitored. The same problems with increased respiratory disease in this system have also been observed in poorly ventilated barns.

A successful "transition program" for the dairy calf must include the presence of a rumen that is sufficiently developed to efficiently ferment dry feed entering the rumen. It must also be designed to provide at all times the necessary nutrients to allow the calf to gain in weight and increase in size according to its own genetic potential. Traditional programs of feeding the calf at a rate of only 10% of its birth weight per day are borderline starvation diets, and in times of cold weather or heat stress, often result in weight loss and increase in infectious disease. A very easy goal to reach is to double the birth weight of the calf by 8 weeks, of age. More intensive programs with increased milk solids can result in the tripling of the birth weight by 10 weeks of age. Designing a transition program with these thoughts in mind will result in a tremendous increase in the rate of gain without excessive fat deposition, a much healthier calf with lower morbidity and mortality rates, a heifer that reaches the appropriate breeding size much earlier, and a first lactation heifer that enters the herd at a younger age and with the ability to produce much more milk. As long as a high plane of nutrition is maintained during the entire growing period of the heifer prior to the first calving, the longevity of these heifers is improved as well as lifetime milk production. Successfully transitioning the dairy heifer calf is an important investment in the future productivity and profitability of the dairy operation.

As the heifers mature, their rations have to be adjusted according to their requirements. The problem comes with the grouping of the heifers. Smaller dairies often have to group heifers together

that have a wider range of age. This makes it extremely difficult to formulate a ration that is adequate for the younger animals without over-feeding the older heifers. In order to maximize the growth of the younger animals, the ration should be formulated for them, carefully observing the older animals in the group to ensure that they do not become overconditioned. Smaller dairies may wish to utilize the lactating ration for one group of heifers and the pushout from the lactating cows for another group. Pushout or feed refusals may not be a viable alternative for herds on a strict Johne's control program. Each dairy that is interested in an accelerated heifer growth program needs to consult their respective nutritionist in formulating the appropriate rations based on the ages of heifers within the respective groups. Basically, these rations will be somewhat lower than what is usually formulated for energy and higher for protein. Concerns about overfeeding protein can be satisfied by checking the blood urea nitrogen levels to see if they are elevated. If the rations are properly formulated, the heifers will increase rapidly in frame size without becoming overconditioned.

Once heifers are successfully weaned, they should be left in the hutch for 1-2 weeks to make sure that their starter intake increases up to approximately 8 pounds per day. When moving to the first group pens, the group size should be kept to 6-8 calves per pen if possible. It is not advisable to change the ration at the same time the animals are mixed together. This creates stress from a social change at the same time there is stress from a ration change. Calves should be mixed together for at least a week with only access to calf starter and then changed to a grower ration consisting of 20% high quality alfalfa hay and 80% concentrate in a total mixed ration. If alfalfa hay is not available, then another high quality dry forage can be used. The crude protein of this ration should be 20-22%.

Heifers would remain on this ration until they are about 5 months of age.

The next group of heifers would consist of animals that are 5-8 months of age. Fermented forages can now be introduced in the ration with a total crude protein level of around 18%. The potential gain from metabolizable protein should be about 0.5 lbs. higher than the potential gain from metabolizable energy. The body condition should be monitored routinely to make sure that the ration is formulated properly to allow the maximum gain in the frame size and muscle deposition without the heifers becoming over-conditioned.

The next ration change is at 8 months of age and continues until the heifers are diagnosed pregnant. This ration will be around 16% crude protein but the potential gain from metabolizable protein will be about 1.0 lbs. higher than the potential gain from metabolizable energy. As the groups of heifers get older, this potential difference between protein and energy continues to increase in order to maintain the proper growth characteristics in the heifers.

Heifers need to be bred when they reach the appropriate frame size, not according to body weight. I like to use 51 inches at the withers for the height at which to begin breeding. I have found that on a good accelerated heifer growth program, approximately 28% of the heifers will reach this height at 10 months of age. About 60% will be ready at 11 months and the rest by 12 months of age. There will always be a few that are delayed in reaching their breeding height. These heifers must be critically evaluated and possibly culled. Instead of waiting until breeding age to evaluate heifers for possible culling, I like to do the evaluation at approximately 400 lbs. It is very easy to pick out heifers that are obviously stunted and/or in poor health when compared to their herdmates of similar age. Unless these heifers are obviously sick, they can be sold for current heifer market prices without a loss. If kept in the herd, they often calve, produce poorly, and are then culled at beef price. The cull price is close to what would have been received if sold at 400 lbs. only without all the feed costs that were incurred in feeding the heifer to adulthood.

The single most common problem with breeding heifers on an accelerated heifer program is waiting too long to initiate breeding once the heifers have reached the appropriate breeding size. As heifers get older, the rate at which their frame size increases tends to slow down. If heifers are still several months away from calving when this process occurs, they tend to gain body condition. Heifers that were bred late or took longer to conceive could become overconditioned when compared to heifers that conceived close to the time they reached the appropriate breeding size. If this occurs, the late bred heifers would have to be put on a lower quality ration to prevent overconditioning. It has also been my experience that heifers calving in for the first time at 30 months of age or older do not milk well and do not return the money invested in them up to calving. These heifers are obviously problem breeders and often are extremely difficult to get bred back after calving.

Once heifers have been confirmed pregnant, the metabolizable energy levels must be cut back while maintaining the level of metabolizable protein or heifers may become over-conditioned. The ration is formulated at a negative 1-2 Mcal below the suggested requirement for energy, but the metabolizable protein is maintained at about 150-200 grams above suggested requirement. In order to accomplish this, the crude protein level of the pregnant heifer ration will usually be around 15-15.5%. Since the growth curve has been shifted significantly to the left, the rate of growth slows down earlier in the gestational period when compared to a traditional program of calving at 24-28 months of age. It has been suggested that the ideal height for heifers at calving is 54.9 inches at the withers and weighing 1350 to 1400 lbs. pre-calving. Heifers raised on this program, which will allow them to reach their natural potential growth rate, will meet or exceed these goals set for a traditional program, will not have any increase in calving difficulties, and will produce more milk during their first and subsequent lactations.

If at all possible, it is advantageous to keep the springer heifers separated from the second lactation and older cows in the close-up dry cow pen. Heifers do not compete well with older cows and often will not consume adequate amounts of dry matter for optimum health. Care should also be taken to provide adequate bunk space for heifers and to adjust the ration on a daily basis according to the number of heifers in the close-up pen. Recent research from British Columbia has shown that heifers and cows that have reduced dry matter intakes 3 weeks prior to calving are the same animals that experience the greatest incidence of metabolic disease after calving (Huzzey, J.M. *et al*,. 2006). Close-up dry cow pens and fresh cow pens should be kept at 80% capacity in order to minimize competition at the feed bunk and maximize dry matter intake. The area in which the heifers give birth, whether it is the close-up pen or a specific maternity area, needs to provide the heifer with adequate space so she can lie down and give birth without being disturbed. I have seen situations where the percent of calves born dead was cut in half simply by doubling the size of the close-up pen where the heifers were giving birth.

The number one concern pertaining to accelerated heifer growth programs is deposition of fat in the mammary gland, resulting in decreased first lactation milk yield. However, these results were received by accelerating the weight gain on prepubertal heifers, without much attention paid to the protein requirements needed to increase frame size. There have also been several studies

examining the mammary gland which have proven that there is no decrease in milk producing tissue in fresh heifers that have been on accelerated growth programs with increased protein levels in the ration. The reduction in mammary parenchyma DNA that has previously been reported in heifers reaching puberty, is simply due to the fact that heifers on a higher plane of nutrition reach puberty at a younger age (Van Amburgh, 2005). I have followed animals now for 5 lactations that were raised on an accelerated program and have seen no adverse effects on their reproductive efficiency or production. In fact, data collected from these herds suggest that their longevity in the herd may actually be improved.

Now that more is known about how to properly formulate rations to accelerate the growth in replacement heifers, it is possible to have heifers calving in at 20 months of age and still obtain the same frame size as 24 month old heifers raised on a conventional ration. These heifers do not show a decrease in first lactation milk yield and do not show any increase in calving difficulties.

The following chart (figure 1) is a printout from Dairy Comp 305 of a 1,500 cow herd following this program that shows no difference in the average week 4 milk, week 12 milk, and 305 ME in first calf heifers from 18 months to 24 months of age at first calving:

By FRAGE	%COW	#COW	Av W4MK	AvW12MK	Av305ME
1-6	1	4	69.8	76.2	29872
1-7	15	70	62.6	72.2	27618
1-8	32	151	66.8	73.9	28172
1-9	24	114	67.2	74.0	28178
1-10	17	82	69.6	74.8	28468
1-11	9	44	70.8	77.0	28958
2-0	3	13	68.8	74.8	27602
Total	100	478	67.3	74.2	28215

Figure 1

Following is a table (table 2) that illustrates the total number of heifer replacements needed per 100 cows in order to maintain herd size, taking into consideration the age at first calving and the herd's cull rate

If we assume that an average culling rate in today's large dairies is around 36% and that the current age at first calving is 26 months, the dairy would have to have 94 heifers per 100 cows on the farm from birth to calving in order to maintain herd size. If this is a 1,000 cow dairy, then 940 heifers would be needed. If the age at first calving was reduced to 22 months, then only 670 heifers would be needed to maintain herd size. That is a difference of 270 heifers needed on the farm. Approximately half of these heifers needed on the farm to maintain herd size would calve in one year. Half of 270 would be 135. If these heifers had to be purchased at $1,800 per head, this would equal $243,000 per year on increased costs.

Let's look at this same situation another way. A 1,000 cow dairy with a 36% cull rate would need 360 replacement heifers per year. Assuming that 50% of the cows have heifer calves that would yield 500 heifers per year. Since it takes approximately 2 yrs for the heifers to calve, about 250 of these heifers would calve per year. This still leaves a deficit of 110 heifers per year even with an age at first calving of 24 months. However, if we also assume that there is at least a 12% death loss from birth to post-calving, there would be 30 heifers less calving per year. That would leave only 220 heifers or a deficit of 140 heifers per year that would have to be purchased in order to maintain herd size. At a cost of $1,800 per heifer, the cost of purchasing additional replacements would be $252,000 dollars per year.

It is evident that extending the age to first calving is extremely costly to the dairyman. It has been estimated that 15-20% of the total costs on the dairy farm are associated with heifer rearing (Karzes 1994). It has also been stated that the single most important variable influencing costs associated with heifer replacements is the age at first calving (Cady 1996). After summarizing much of the available literature on accelerated heifer growth, VanAmburgh from Cornell stated, "The economics are very strong that early calving, even at lighter post-calving body weight, improves farm profitability."

The increasing costs of heifer replacements, coupled with the fact that cull rates on large dairies are often exceeding 35%, emphasizes the importance of establishing a good heifer replacement program that will result in decreased death losses as well as decreasing the age at first calving.

In summary, some of the nutritional considerations for establishing an accelerated heifer growth program are as follows:

1. Rations should be formulated that increase growth rate by increasing frame size without excessive body condition. In general, rations will have higher levels of metabolizable protein in comparison to traditionally raised calves.
2. In the past, most heifer nutritional requirements published have tended to overestimate the energy and underestimate the protein needed to accomplish accelerated growth without causing excess fat deposition.
3. Rations should be formulated to maximize rumen microbial growth, which improves feed efficiency as well as optimizing amino acid balance.

Table 2. Age at First Calving*

Cull Rate	22 Mo	23 Mo	24 Mo	25 Mo	26 Mo	27 Mo	28 Mo	29 Mo	30 Mo
20%	38	42	46	48	52	56	61	63	67
22%	42	46	50	54	58	63	67	69	73
24%	46	50	54	58	63	67	71	75	81
26%	48	54	58	63	69	73	77	81	87
28%	52	58	63	69	73	79	83	87	94
30%	56	63	67	73	79	83	89	94	100
32%	61	67	71	77	83	89	96	100	106
34%	63	69	75	81	87	94	100	106	112
36%	67	73	81	87	94	100	106	112	121
38%	71	77	85	92	98	106	112	118	127
40%	75	81	89	96	104	110	118	125	133

*Based on 12% heifer losses: deaths 0-12 months=5%; pre-breeding culls=3%; deaths 13 months to calving=1%; and post-calving losses 3%.

4. Maximize dry matter intake through better management procedures such as adequate feed bunk space, providing fresh feed and water at all times, utilizing good quality forages in heifer rations, and providing a clean dry and comfortable environment.
5. Monitor the body condition scores as heifers mature to ensure that the rations are properly formulated to maximize frame size without the heifers becoming overconditioned.
6. The herd nutritionist and dairy owner must work together to establish a program that works in correlation with the existing facilities and managerial ability, that will allow the replacement heifers to reach their potential growth rate.

I have been feeding calves on my clients' dairies for more than 16 years on this type of program with great success. The average death loss from birth to weaning is less than 1%, the cost of medicines used has decreased by approximately 80%, and the heifer calves are averaging around 260 lbs. at 10 weeks of age. This type of program enhances the animal's immune system as well as growth rate. The heifers have a larger frame size but are not over-conditioned, with a higher lean tissue to fat tissue ratio than calves raised on a traditional whole milk or milk replacer program. Continuing the heifers on a high plane of nutrition with proper protein:energy ratios will help them obtain their genetic potential for growth and future milk production, and allow them to enter the herd at an earlier age and at the same size or larger than traditional heifer programs. These heifers will have an increase in milk production and herd longevity because of increased performance.

Accelerated heifer growth programs can be a valuable asset in increasing the overall profitability of the dairy operation if the time is taken to design the program to fit into the management scheme and the rations are formulated properly to maximize frame size without overconditioning the heifers.

References

Cady, R.A. and T.R. Smith. 1996. Economics of heifer raising programs. Proceedings from the Calves, Heifers and Dairy Profitability National Conference. Jan. 10-12, 1996, Harrisburg, PA. NRAES Publ. 74. Ithaca, N.Y.

Faber, S. N., N. E. Faber, T. C. McCauley, and R. L. Ax. 2005. Case Study: Effects of colostrum ingestion on lactational performance. Prof. Anim. Sci. 21:420-425.

Foldager, J. and Krohn C. C. 1994. Heifer calves reared on very high or normal levels of whole milk from birth to 6-8 weeks of age and their subsequent milk production. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 3.

Huzzey, J. M., G. Urton, D.M. Weary, M. A. G. von Keyserlingk. 2006. Feeding behavior identifies cows at risk for metritis. Proceedings, AABP, Vol. 39: 126-129.

Karzes, J. 1994. Dairy replacement programs: costs and analysis Western New York, 1993. Animal Science Mimeo Series No. 174. Departments of Animal Science and Agricultural, Resource and Managerial Economics. Cornell University, Ithaca, N.Y.

Van Amburgh, M.E. and J. K. Drakley. 2005. Current perspectives on the energy and protein requirements of the pre-weaned calf. Chap. 5 in "Calf and heifer rearing: Principles of rearing the modern dairy heifer from calf to calving". Nottingham Univ. Press. P.C. Garnsworthy, ed.

Van Amburgh, M.E. 2005. Exploring the link between prepubertal mammary development and future milk yield. Proceedings, NRAES annual conference, Syracuse, NY.

Van Amburgh, M.E. 2006. Calf Nutrition and Management: Feeding for Pre-Weaning Growth and Long-Term Performance. Proceedings, Professional Dairy Heifer Growers Association annual conference.

TRADUCCIÓN AL CASTELLANO ▼

Cómo lograr el máximo potencial de crecimiento en las novillas de recría mediante el manejo y la nutrición

Robert B. Corbett

DVM, PAS, Dipl. ACAN

Consultor en Sanidad del Ganado Lechero

Spring City, Utah, EE.UU.

La cría de novillas de recría a menudo se ve como un coste importante en la granja sin un retorno de la inversión hasta que el animal comienza su primera lactación. Por eso, muchas veces se da a las novillas el alimento más barato disponible y lo mínimo en cuanto a instalaciones y mano de obra, hasta que se aproximan al momento del parto. Los esfuerzos para mejorar el manejo y la nutrición de las vacas lecheras de recría, para reducir la "edad al primer parto", se han denominado "programas de crecimiento acelerado en novillas". Todos los animales jóvenes tienen una cierta capacidad de crecimiento potencial que es posible alcanzar siempre y cuando reciban una nutrición adecuada que les proporcione los nutrientes necesarios. El objetivo en otros sistemas de producción de animales de abasto, como las aves de corral y los cerdos, es proporcionar a estos animales una nutrición que optimice su salud a la vez que su potencial de crecimiento. Las terneras de leche son los únicos animales de abasto que reciben deliberadamente una "alimentación limitada". Puede que las terneras puedan comer todo lo que quieran; pero, es posible que no se les proporcionen los niveles de energía y proteína en las cantidades que les permiten alcanzar su potencial de crecimiento individual. "Programa de crecimiento acelerado en novillas" es realmente una descripción pobre y, a menudo, confunde a aquellos que escuchan el término, haciéndoles pensar que se trata de un procedimiento de manejo anormal en el que los animales están forzados de alguna manera a comer o se encuentran artificialmente inducidos a crecer a tasas que no son normales. Un término más apropiado sería "programas que permitan a la novilla de recría alcanzar su potencial de crecimiento normal". El Dr. Jim Drackley, de la Universidad de Illinois, sugirió llamarlo "crecimiento biológicamente normal".

Sin embargo, ya que el término "Crecimiento Acelerado en Novillas" es más familiar, seguiré utilizándolo para referirme a los programas que maximizan la capacidad de crecimiento potencial normal. Acelerar el crecimiento de las novillas ha sido un tema muy controvertido en los últimos años. La principal controversia gira en torno a la deposición de grasa en la ubre durante los periodos de aumento rápido de peso. No obstante, me gustaría comenzar haciendo una diferencia entre el aumento de peso acelerado y el crecimiento acelerado. En mi opinión, se trata de dos temas completamente distintos. El aumento de peso acelerado se produce cuando se les da a las novillas niveles excesivos de energía con una cantidad insuficiente de proteína metabolizable, lo que provoca un engordamiento sin un aumento del tamaño estructural. El crecimiento acelerado implica formular una ración mucho más alta en proteína metabolizable, proporcionando cantidades suficientes de energía que permitan el uso de esta proteína así como el resto de requisitos energéticos del animal, sin causar una deposición excesiva de grasa corporal. Esto da lugar

al aumento del tamaño estructural de la novilla sin engordarla, adelantando su pubertad y el tamaño adecuado de cría, así como, reduciendo la edad al primer parto, sin comprometer el tamaño en el primer parto o la producción de leche en la primera lactación. Este proceso debe comenzar poco después del nacimiento para obtener el máximo tamaño estructural posible en el parto.

Los propietarios de las lecherías son muy conscientes de la importancia de entregar cantidades adecuadas de calostro de alta calidad a las terneras recién nacidas lo antes posible después del nacimiento. Una publicación reciente afirma que las terneras que reciben cantidades adecuadas de inmunoglobulinas en el calostro tienen una morbilidad y mortalidad reducidas, costes de tratamiento más bajos, tasas de crecimiento mejoradas hasta los 180 días, una mejor eficiencia alimenticia, menos edad al primer parto y un aumento en la producción de leche en la primera lactación (Faber *et al.*, 2005). Las terneras deben recibir el 10% de su peso corporal en calostro de primer ordeño, limpio y de alta calidad, lo antes posible después del nacimiento. También se recomienda dar una segunda toma de calostro del primer ordeño del 5% del peso corporal a las 8 horas de la primera toma. El calostro de alta calidad contiene, por lo menos, 50 gramos por litro de inmunoglobulina IgG y tiene un recuento de bacterias bajo, preferentemente por debajo de 10.000 por mililitro y menos de 1.000 bacterias coliformes por mililitro. Sin embargo, si se observa un manejo e higiene adecuados del calostro, podría ser posible conseguir los mismos objetivos de recuento de bacterias que se establecen para la leche en tanque que se envía a las plantas procesadoras, que es <10.000 bacterias tras recuento en placa estándar y <300 bacterias en recuento de coliformes. Si se desea, el calostro se puede dar en las primeras 2-3 tomas. También es común dar leche de transición (calostro del segundo y tercer ordeño) a la ternera durante la primera semana. Se podría escribir fácilmente un artículo exclusivamente sobre el Manejo del Calostro, por lo que aquí no se dirá más que esta descripción básica.

La mayoría de los reemplazantes de la leche de fórmula acelerada contienen entre 26-30% de proteína y 15-20% de grasa. El nivel de proteína es muy parecido al de los sólidos de la leche entera pero el nivel de grasa es algo menor. El propósito de esta proporción grasa-proteína es promover el crecimiento del tejido magro y minimizar el efecto de la grasa sobre la ingesta de pienso de arranque. Las investigaciones realizadas en la Universidad de Illinois mostraron que la relación entre el tejido magro y la grasa corporal era mucho mayor y que la eficiencia de la ganancia era mucho más alta en aquellas terneras alimentadas con el reemplazante de leche alto en proteína. Estas terneras aumentaron su peso mucho más rápido pero también necesitaron menos materia seca por cada libra de peso ganado. Este hecho ha de tenerse en cuenta a la hora de evaluar la economía de un programa de crecimiento acelerado en terneras. Este mismo estudio alimentó tres grupos de terneras con un reemplazante de leche con 26% de proteína cruda y 18% de grasa en una proporción del 10%, 14% o 18% del peso corporal al día. Las tasas de crecimiento correspondientes fueron 0,79 libras, 1,55 libras y 2,25 libras, respectivamente. Me gustaría remarcar de nuevo que las terneras con las mayores tasas de crecimiento tenían la proporción entre tejido magro y tejido graso más alta. El reemplazante de leche alto en proteína promueve la ganancia de tejido magro a la vez que mejora la eficiencia de la ganancia.

Es importante calcular adecuadamente la relación proteína:grasa para conseguir la máxima tasa de crecimiento sin una excesiva deposición de grasa. La siguiente tabla resume la información actual sobre los requisitos de crecimiento de la ternera basada en los datos de composición corporal derivados desde que se publicó el NRC 2001.

Tabla 1. Requisitos de energía y proteína cruda de las terneras desde su nacimiento hasta el destete (Van Amburgh y Drackley, 2005)

Tasa de ganancia, lb/d	Ingesta de materia seca, lb/d	Energía metabolizable, Mcal/d	Proteína cruda, g/d	Proteína cruda, % MS
0,45	1,2	2,4	94	18,0
0,90	1,4	2,9	150	23,4
1,32	1,7	3,5	207	26,6
1,76	2,0	4,1	253	27,5
2,20	2,4	4,8	307	28,7

Los requisitos de energía son ligeramente más bajos que las recomendaciones previas ya que están estaban basadas en terneras de un tipo de vacuno más pesado alimentadas con dietas más altas en grasa y que depositaban más grasa por unidad de ganancia de peso. Las necesidades de proteína son más altas que en el NRC 2001 debido a que investigaciones recientes han actualizado la eficiencia del cálculo utilizado para la proteína. Esta investigación indicó que la proteína absorbida se utilizaba con una eficiencia de 0,70 en vez de 0,80, como sugería el NRC 2001. Esto da lugar a un aumento en las necesidades de proteína que es un 10-12% más alto (Van Amburgh, 2006).

Los investigadores de la Universidad de Cornell recomiendan reemplazantes de leche formulados con 28% de proteína y 15% de grasa entregados en una proporción de hasta el 20% del peso corporal (Van Amburgh y Drackley, 2005). Las terneras jóvenes son más eficientes a la hora de convertir el alimento en peso corporal y se debe aprovechar este hecho cuando las terneras están todavía lactando. Investigaciones danesas también han mostrado que las terneras con libre disposición de leche ganaron 0,66 libras más al día que las alimentadas con 10 libras de leche al día. Aquellas que ganaron peso más rápidamente también dieron más de 1.000 libras de leche durante su primera lactación que las que recibieron 10 libras de leche al día (Foldager y Krohn, 1994).

El método tradicional de alimentación de las terneras durante los últimos 60 años ha sido proporcionarles 2 cuartos de galón (1,89 litros) de leche por comida y dos comidas al día. Cuando el reemplazante de leche se desarrolló por primera vez, el propósito era ofrecer al propietario de la lechería un producto con el que se pudiera alimentar a las terneras y que le permitiera vender más leche. Es evidente que, si el producto tenía que ser más barato que la leche entera, tendría que tener un menor contenido de nutrientes. Dado que nadie era realmente consciente de la cantidad de leche que necesitaba, o que consumía normalmente una ternera recién nacida, se hizo estándar la práctica de dar a la ternera 2 cuartos de galón dos veces al día. Los biberones que se fabricaron para alimentar a las terneras tenían un tamaño de 2 cuartos de galón y el biberón más común para alimentar a las terneras sigue siendo el de 2 cuartos de galón.

El reemplazante de leche más utilizado hoy en día contiene 20% de proteína y 20% de grasa. La leche entera de las vacas holstein tiene alrededor de un 27% de proteína y un 30% de grasa sobre materia seca. El reemplazante de leche normalmente se mezcla en una proporción de 1 libra de leche en polvo por 1 galón de agua (3,79 litros). Dado que el reemplazante de leche tiene un 95% de materia seca y que el agua pesa 8,34 libras por galón, el contenido sólido de la leche de un reemplazante de leche 20:20 mezclado en esta proporción es del 11,34%. La leche entera de las vacas holstein ronda el 12,5% de sólidos. Cuando se calcula la cantidad total de proteína y grasa que la ternera de leche recibe de 1 galón de reemplazante de leche 20:20 a 1 libra por galón en comparación con un galón de leche entera, el reemplazante de

leche 20:20 tiene 0,19 libras de proteína y 0,19 libras de grasa y la leche entera contiene 0,285 libras de proteína y 0,317 libras de grasa. ¡La leche entera contiene un 50% más de proteína y un 67% más de grasa que el reemplazante de leche 20:20! No es de extrañar que, cuando una lechería pasa sus terneras de un reemplazante de leche 20:20 a la leche entera, note una mejora enorme en la salud y el crecimiento de las terneras.

El Consejo Nacional de Investigación (NRC, por sus siglas en inglés) publica Las Necesidades Nutricionales para el Ganado Lechero. Además, ha producido un programa informático que permite al nutricionista evaluar los programas de alimentación y ver cuál es la ganancia potencial a partir de la proteína y a partir de la energía. Si se introduce el reemplazante de leche 20:20 estándar de 2 cuartos de galón dos veces al día en este programa y se fija la temperatura ambiental en 68ºF (20ºC), la ternera tiene un potencial de ganancia de alrededor de 0,5 libras al día a partir de la proteína y de alrededor de 0,5 libras por día a partir de la energía. La temperatura ambiente termoneutral de la ternera es de 68ºF (20ºC). Esta es la temperatura a la que la ternera no tiene que consumir energía adicional ni para calentarse ni para enfriarse. Si la temperatura ambiental desciende hasta los 32ºF (0ºC), los cálculos del programa del NRC dan como resultado una pérdida de peso, tanto a partir del suministro de proteína como del de energía. Ya hemos señalado el hecho de que la leche entera contiene un 50% más de proteína y un 67% más de grasa que un reemplazante de leche 20:20. Debemos esperar unos resultados mucho mejores de la leche entera que del reemplazante de leche. A 68ºF, el programa afirma que la ternera debería ganar aproximadamente 0,75 libras al día a partir de la proteína y lo mismo a partir de la energía. Sin embargo, cuando los cálculos se hacen para 32ºF, el resultado es pérdida de peso, tanto a partir de la cantidad de proteína como de energía. No es de extrañar, entonces, que cuando la temperatura ambiental es fría, veamos pérdida de peso y un aumento considerable de enfermedades respiratorias en las terneras alimentadas exclusivamente con 2 cuartos de galón dos veces al día.

Si se le permite a la ternera de leche mamar de su madre, mamaría aproximadamente 10 veces al día y consumiría una media del 20% de su peso corporal en leche al día. Si damos por hecho que una ternera holstein pesa 85 libras, el 20% de su peso corporal sería de aproximadamente 2 galones. Esto es el doble de lo que una ternera recibiría normalmente en un programa tradicional en la mayoría de las lecherías, especialmente aquellas alimentadas con biberón. La ternera holstein consumiría aproximadamente 0,7 libras de proteína al día, frente a las 0,285 libras de proteína al recibir sólo 4 cuartos de galón de leche entera al día o las 0,19 libras de proteína al recibir 4 cuartos de galón de reemplazante de leche 20:20. Esta proteína es necesaria para la ternera para crecer y desarrollarse de acuerdo a su propio potencial genético.

La cantidad de grasa también es el doble, lo que aporta a la ternera la energía suficiente para alimentar los distintos sistemas del cuerpo, así como, su sistema inmunológico. Esta energía también se utiliza cuando las temperaturas ambientales son más frías para proporcionar la energía para mantener la temperatura corporal y seguir ganando peso.

Es evidente, entonces, que un programa nutricional debe desarrollarse de forma que proporcione esta mayor cantidad de proteína y energía a la ternera, para que la ternera continúe su crecimiento y esté sana, independientemente de la temperatura ambiental. Para hacer esto, se puede aumentar la cantidad de nutrientes consumidos por la ternera al día, incrementando el volumen de leche aportado en cada comida, aumentando el número de comidas al día y elevando el contenido sólido de la leche o del reemplazante de leche. Cuando se implementa una de estas prácticas de manejo, o una combinación de ellas, se observa una mejoría notable en la salud y la condición de las terneras en solo unas semanas.

Obviamente, es más barato si la explotación lechera utiliza su leche de descarte para alimentar a las terneras. No obstante, es importante pasteurizar esta leche para reducir la carga bacteriana en la leche y reducir los efectos adversos de los altos recuentos bacterianos sobre el tracto gastrointestinal de la joven ternera. La ternera debería recibir el 15% de su peso corporal en leche al día durante su primera semana de vida. Esto equivaldría a 3 cuartos de galón dos veces al día para la ternera holstein promedio. A partir de la segunda semana de vida, esta cantidad debería aumentarse a 4 cuartos de galón dos veces al día o al 20% de su peso corporal. Se debe mantener esta cantidad hasta que la ternera coma el suficiente pienso de arranque de alta calidad para comenzar el proceso de destete. Más adelante se hablará de la cantidad y la calidad del pienso de arranque.

Es posible aumentar el contenido sólido de la leche entera con reemplazante de leche o "aditivo de leche". Los aditivos de leche están específicamente formulados para ser añadidos a la leche entera y, normalmente, son más altos en proteína que en grasa. Si se utiliza alguno de estos productos, es muy importante supervisar el porcentaje de sólidos del producto final con un Refractómetro Brix. El porcentaje de sólidos se puede aumentar hasta 15% sin provocar problemas de diarrea nutricional. Bajo unas condiciones de manejo excelentes, el porcentaje de sólidos se puede elevar hasta 18% si el ternero tiene agua a libre disposición todo el tiempo, sin causar problemas de diarrea osmótica. Es importante no aumentar más de un 2% el porcentaje de sólidos en cada ajuste si se cambia el programa en terneros que estaba sólo con leche entera o con reemplazante de leche, que tiene aproximadamente un 12% de sólidos. El comienzo de nuevos terneros con una dieta alta en porcentaje de sólidos después del calostro se puede hacer inmediatamente ya que el calostro tiene alrededor de un 24% de sólidos.

Se debe utilizar el mismo tipo de programa para la alimentación con reemplazante de leche. Es difícil proporcionar los niveles máximos de proteína y energía necesarios para que la ternera alcance su crecimiento potencial con un reemplazante de leche 20:20. Por esta razón, se han desarrollado nuevas fórmulas con niveles mucho más altos de proteína (26-28%) y aproximadamente el mismo nivel de grasa (15-20%). El nivel de proteína elevado permite a la ternera crecer más rápidamente en estatura y desarrollo muscular sin engordar y, al mismo tiempo, proporciona la energía necesaria para mantener la temperatura corporal, el crecimiento y alimentar el sistema inmune. La investigación ha demostrado que niveles más altos de grasa en leche suprimen el apetito y retrasan la ingesta del pienso de arranque. También se recomienda aumentar los sólidos del reemplazante de leche hasta el 15% o más para satisfacer mejor las necesidades nutricionales de la ternera. Las dietas altas en proteína mejorarán la eficiencia de la alimentación, disminuyendo así la cantidad de sólidos necesarios por libra de ganancia de peso de la ternera.

También es posible aumentar la ingesta de nutrientes elevando el número de comidas al día. Si para alimentar a las terneras, se utilizan biberones, es muy difícil aumentar el volumen de leche entregado al día a no ser que se aumente el número de tomas. Ahora, hay biberones de 3 cuartos de galón que son útiles; pero, aún así, sólo aportan 6 cuartos de galón de alimento al día, que es alrededor del 75% de la cantidad recomendada, si las terneras se alimentan dos veces al día. Obviamente, es mucho mejor para la ternera recibir más tomas al día, pero esto requiere un incremento significativo en los costes de mano de obra; por lo que, muchos propietarios de lecherías son reacios a aumentar la ingesta de nutrientes mediante el incremento del número de tomas al día. Esta es una de las principales razones por las que se

han desarrollado métodos de alimentación que permiten múltiples tomas al día con la mínima mano de obra. Entre ellos están los alimentadores automatizados de leche y el libre acceso a leche acidificada. El principal inconveniente de estos sistemas es que se ha visto un aumento en la propagación de enfermedades infecciosas, normalmente respiratorias. En los últimos años, se ha llevado a cabo varios trabajos en la Universidad de Wisconsin sobre el adecuado diseño y ventilación de las instalaciones para los terneros alojados en grupo, que ha dado como resultado una reducción significativa en la incidencia de enfermedades respiratorias en estas instalaciones.

Otro paradigma falso relacionado con los sistemas de alimentación de leche tradicionales que hay que abordar es el que dice que cuanto antes se destete a una ternera, mejor. Esto se ha convertido en un procedimiento de manejo habitual por varias razones. La primera es que el coste de la leche o del reemplazante de leche es mayor que el alimento seco para terneros. La segunda, que existe una creencia popular de que el ternero tiene más problemas con enfermedades infecciosas mientras mama. Toda la operación de cría de novillas en la granja lechera se ve normalmente como un coste sin retorno para la granja hasta que la novilla entra en el rebaño de lactación. Cuando se analizan los costes de la cría de una novilla, el enfoque más común es mirar el coste por animal al día. Sin embargo, lo importante es el coste por libra de ganancia de este animal; ya que, el tamaño y el peso son lo que determina la edad al primer servicio, así como el tamaño adecuado al primer parto.

Proporcionando alimentos de alta calidad, especialmente productos lácteos, se utilizarán y se convertirán en libras de ganancia de peso de forma más eficiente, reduciendo así el coste por libra de ganancia. En lo que se refiere a las enfermedades, el momento más común en el que los terneros tienen problemas de diarrea es entre 7-12 días de edad. Esto es así porque las principales causas de la diarrea (rota-, coronavirus y criptosporidios) normalmente se manifiestan en este momento. También es habitual encontrar problemas con enfermedades respiratorias alrededor de los 30 días de edad porque muchos protocolos de alimentación de leche requieren una reducción de la cantidad de leche entregada en ese momento. Esto estresa al ternero y, con una ingesta de nutrientes más baja, el sistema inmune no puede funcionar correctamente, dando así lugar a una mayor incidencia de enfermedades. Además, a las 3-4 semanas es el momento en el que el suministro de nutrientes del ternero, en un programa de alimentación tradicional, se vuelve significativamente deficiente, hasta el punto en que su sistema inmunitario no puede funcionar correctamente y la incidencia de enfermedades aumenta, especialmente las enfermedades respiratorias. La investigación de la Universidad de Cornell ha demostrado que las terneras que se trataron una sola vez con antibióticos (normalmente por enfermedades respiratorias) y respondieron al tratamiento, dieron 1.085 libras menos de leche durante su primera lactación.

Lamentablemente, el objetivo principal de muchas explotaciones de novillas es destetar pronto a las terneras. Sin embargo, el objetivo principal debería ser criar una ternera sana, de alta calidad, que tenga la nutrición apropiada para poder maximizar su propio potencial genético de crecimiento, y hacerlo de manera económica. Estas terneras alcanzarían el tamaño para gestar antes y, también, entrarían en el rebaño lactante con menos edad pero con el tamaño y peso deseados, y con la capacidad de producir mucha más leche durante su vida productiva. Hay numerosos estudios de investigación que indican que el mayor nivel de nutrición durante la fase de alimentación con leche dará como resultado una media de 1.700 libras más de leche durante la primera lactación. El aumento de la producción continúa en las siguientes lactaciones. El destete temprano tiene un efecto perjudicial sobre la salud y el crecimiento de la ternera, así como, sobre su capacidad de producir leche en el futuro.

Las operaciones con terneras que han implementado este programa de proporcionar un mayor nivel de nutrición a las terneras alimentadas con leche han observado mejoras enormes en la salud de las terneras. En el pasado, un objetivo frecuente en las lecherías bien gestionadas era tener un 5-7% de muertes mientras las terneras estaban en leche. Las explotaciones lecheras que están proporcionando las cantidades de leche sugeridas en este artículo están observando, en general, menos del 0,5-1% de muertes. El número de terneras tratadas por varias enfermedades también se ha reducido drásticamente. No es inusual observar un descenso de al menos el 80% en el coste de los medicamentos para el tratamiento de las terneras durante la fase de alimentación con leche.

Otro paradigma común es que cuanto antes consuma el ternero grandes cantidades del pienso de arranque, mejor; ya que el consumo de pienso de arranque está relacionado con el desarrollo del rumen. Sin embargo, esto es un indicador de que la joven ternera no está recibiendo los nutrientes suficientes para satisfacer sus necesidades de energía y proteína a través del suministro de leche y que está buscando desesperadamente otras fuentes de nutrientes para satisfacerlas. Dado que el rumen de la ternera no está desarrollado todavía, no tiene la capacidad de utilizar de manera eficiente los nutrientes del pienso de arranque. La energía y la proteína de la leche, o del reemplazante de leche hecho a partir de productos lácteos solamente, están rápidamente a disposición de la ternera y son fácilmente digeridas. Por esta razón, no es recomendable aportar proteína de soja en el reemplazante de leche hasta que la ternera tenga, al menos, 3-4 semanas de edad. Preferiblemente, sería mejor dejar la proteína de soja fuera del reemplazante de leche, en general.

El objetivo es mantener a la ternera en un nivel de leche constante (20% del peso al nacer) hasta que haya desarrollado la capacidad de consumir el suficiente pienso de arranque para empezar el proceso de destete. Desgraciadamente, el nivel más habitual de proteína cruda en los piensos de arranque disponibles en el mercado es del 17-18%. Se ha mencionado previamente que el nivel de proteína de la leche entera de las holstein ronda el 27%, sobre materia seca. Esto supone una caída enorme en el contenido en proteínas en el paso de la leche entera al pienso de arranque. Por tanto, la ternera tiene que consumir la cantidad suficiente de pienso de arranque antes del destete para poder satisfacer sus necesidades nutricionales después del destete. Además, uno debe asumir que la eficiencia de la fermentación del rumen de la ternera joven no es tan buena como la de los animales más adultos y que su capacidad de utilizar los nutrientes del pienso de arranque es limitada. En general, si se utiliza un pienso de arranque con un 18% de proteína, la ternera debería consumir alrededor de 4 libras del mismo durante 3 días seguidos antes de iniciar el proceso de destete. No obstante, si se utiliza un pienso de arranque de alta calidad con alrededor del 24-25% de proteína, debería consumir aproximadamente 2 libras durante 3 días seguidos antes de comenzar el proceso de destete.

Existe la preocupación general de que si la ternera se alimenta con grandes cantidades de leche, sus ganas de consumir el pienso de arranque se reducirán significativamente. De nuevo, me gustaría mencionar el hecho de que el consumo temprano de pienso de arranque es un signo de malnutrición. Al principio, la ternera consumirá, sin duda, menos pienso de arranque. Sin embargo, la ingesta de materia seca depende del peso corporal; y las terneras que consumen mayores cantidades de leche tienen la capacidad de ganar más de 2 libras al día, en comparación con las 0,5-0,75 libras que ganan en un programa tradicional. Dado que

estas terneras ganan mucho más al día, su deseo de consumir más materia seca viene junto al aumento de peso. Cuando la ternera tiene 4-6 semanas de edad, la cantidad consumida de pienso de arranque aumenta significativamente y la ternera, muy probablemente, consumirá el suficiente pienso de arranque para empezar el proceso de destete entre las 7 y 10 semanas de edad, dependiendo del tamaño de la ternera.

Este proceso de "transición" de una dieta de leche o de leche con algo de alimento seco a una dieta de alimento seco al 100% es mucho más complicado de lo que muchas personas piensan. Hay dos factores muy importantes a tener en cuenta a la hora de diseñar un "Programa de Nutrición y Manejo de la Transición" exitoso para la ternera lechera. El primero es la capacidad que tiene la ternera de consumir la suficiente cantidad de pienso de arranque de alta calidad para satisfacer sus necesidades nutricionales antes del destete y, el segundo, un desarrollo adecuado del rumen. Ambos factores se ignoran a menudo cuando el destete de las terneras se basa exclusivamente en la edad.

¿Qué determina si el pienso de arranque es de "alta calidad"? El pienso de arranque debería contener un mínimo de un 22% de proteína, aunque es preferible un 24-25%. La fuente de proteínas del pienso de arranque debería ser la harina de soja. La harina de soja tiene un buen balance de aminoácidos y es altamente digerible y degradable en el rumen. Esto proporciona una fuente de proteínas fácilmente disponible para las bacterias del rumen, que les permite multiplicarse rápidamente, mejorando así su capacidad de digerir y fermentar el alimento que entra en el rumen. No se deben utilizar fuentes de proteínas bypass en los piensos de arranque. En el rumen en desarrollo, la capacidad de utilizar las proteínas es limitada de todos modos y cualquier proteína no digerida en el rumen se convierte en proteína bypass y pasa al intestino delgado para su absorción. Tiene que haber una forma fácilmente disponible de almidón en el pienso de arranque. A menudo, se utilizan granos de maíz en el pienso de arranque, pero el almidón no está disponible y, como resultado, tiende a impedir el desarrollo del rumen. El pienso de arranque debe ser muy consistente, sobre todo en el contenido de humedad. Las terneras son comedoras frecuentes y no les gustan los cambios en la consistencia de su alimento. Esto tiende a reducir la ingesta de materia seca del pienso de arranque.

Se podría escribir un artículo entero sobre el proceso de desarrollo del rumen, por lo que solo cubriremos lo básico aquí. Cuando la ternera nace, el rumen es notablemente más pequeño que el abomaso y no está tan desarrollado en lo que se refiere a la musculatura del rumen y no hay papilas en el rumen. El rumen es básicamente estéril al nacer y las primeras bacterias que entran en el rumen son aquellas que se toman del medio ambiente. La mayoría de estas bacterias son "aerobias" o necesitan oxígeno para crecer. El rumen de la vaca adulta tiene un ambiente "anaerobio", lo que significa que las bacterias no crecen en presencia de oxígeno. Durante el desarrollo del rumen, la población de bacterias cambia de aerobia a anaerobia.

Las bacterias necesitan un ambiente líquido para crecer. Lamentablemente, todavía hay explotaciones lecheras que, o bien, no proporcionan agua, o bien, limitan el acceso al agua a las terneras que están siendo alimentadas con leche. Esto inhibe el crecimiento de las bacterias que son importantes para el desarrollo del rumen, retrasándolo considerablemente. A menudo se advierte que las terneras con un acceso limitado al agua realmente lo pasan mal después del destete y tienen una incidencia alta de enfermedades respiratorias. Muchas personas piensan que ya que la leche tiene cerca del 90% de agua, debería satisfacer las necesidades de agua. Sin embargo, independientemente de que la ternera beba de un biberón o de un cubo, el canal del esófago se cierra y la leche evita el rumen y va directamente al abomaso. Por tanto, los requisitos de agua para las bacterias del rumen no se cumplen. No obstante, cuando beben agua de un cubo, va directamente al rumen. Un alto porcentaje de terneras beberá agua fresca al ofrecérsela después de su alimentación con leche. Se han realizado muchos estudios para demostrar que hay un aumento notable en el consumo de pienso de arranque cuando las terneras tienen libre disposición de agua. Esto también acelera el desarrollo del rumen, así como aumenta la tasa de crecimiento de la ternera.

Como se ha mencionado previamente, el pienso de arranque debe contener también una fuente fácilmente disponible de almidón. Cuando el almidón se fermenta en el rumen, se produce ácido butírico en grandes cantidades. La investigación ha mostrado que el ácido butírico influye más en el desarrollo del tamaño del rumen y de las papilas que cualquier otra sustancia en el rumen. Las papilas del rumen son necesarias para la absorción de los ácidos grasos volátiles (VFA, por sus siglas en inglés) que se producen en el rumen durante la fermentación del alimento. Estos VFA son una importante fuente de energía para los rumiantes. Un rumen poco desarrollado no puede absorber estos VFA de manera eficiente, lo que da lugar a la acumulación de estos ácidos en el rumen y puede provocar serios problemas de acidosis en el rumen. El maíz es la fuente de almidón más común en los piensos de arranque. Hay varias formas de maíz que se pueden utilizar en los piensos de arranque. Los copos de maíz vaporizados son la forma de almidón más disponible. El único problema con ellos es que los copos son bastante delgados y tienden a romperse en el pienso de arranque, dando lugar así a una cantidad excesiva de finos. El maíz aplastado no se somete a temperaturas tan altas y el grosor es mayor que el de los copos de maíz vaporizados. Tiene menos cantidad de finos que los copos de maíz vaporizados, pero aún puede dar más de lo deseado. El maíz inflado está aplastado, pero menos. Es bastante más grueso que el maíz aplastado normal pero todavía es fácil de masticar para la ternera y el almidón está bastante disponible. Algunos piensos de arranque contienen maíz entero, que también es apetitoso, pero el almidón no está muy disponible para las bacterias del rumen. Algunos estudios han demostrado que el desarrollo del rumen en las terneras alimentadas con maíz entero es más lento que con otros tipos de maíz. Por tanto, si es posible, sería mejor evitar el maíz entero en el pienso de arranque. Algunos piensos de arranque tienen una pequeña cantidad de copos de cebada como fuente de almidón rápidamente disponible, proporcionando así almidón inmediato a las bacterias del rumen en desarrollo, antes de que el almidón del maíz esté disponible.

Los piensos de arranque están disponibles de tres formas distintas: con textura, granulados, o en harina. Se prefiere la forma con textura por varias razones. La primera es que es más apetecible, lo que da lugar a un nivel mayor de ingesta de materia seca que las otras dos formas. La otra que, debido a su forma, tiende a hacer un mejor trabajo de estimulación de la musculatura de la pared del rumen. Existe cierta preocupación sobre que, si la ternera alimentada con leche no recibe algo de forraje para mordisquear, la musculatura de la pared del rumen no se desarrollará adecuadamente. No obstante, la investigación ha demostrado que los piensos de arranque con textura sirven en el rumen para desarrollar lo suficiente la capa muscular en ausencia de forraje. El tamaño del grano, tanto en los piensos de arranque texturizados como en los granulados, es importante en este proceso. Por desgracia, muchos piensos de arranque contienen granos muy pequeños (8 mm), que son menos efectivos para el desarrollo de la musculatura del rumen. Yo prefiero utilizar granos de 5/16 pulgadas de diámetro (12 mm). Haciendo una prueba comparativa, he observado un aumento del 15% de media en la

ingesta de materia seca de un pienso de arranque texturizado en comparación con un pienso de arranque granulado. Algunas explotaciones lecheras hacen sus propios piensos de arranque. Dado que normalmente no tienen la capacidad de fabricar gránulos en la granja, el pienso de arranque es una mezcla de varias formas de alimentos molidos o harinas. En general, a las terneras no les gusta este tipo de alimento y el consumo de materia seca en esta forma es menor que el de la forma texturizada o granulada.

Para "hacer la transición" de la ternera, el proceso de destete tiene que estar sincronizado con el desarrollo del rumen. Hay imágenes en Internet que muestran un rumen bastante desarrollado a las 4 semanas de edad. No obstante, estas terneras no estaban recibiendo el 20% de su peso corporal en leche al día y se veían obligadas a buscar en cualquier parte los nutrientes necesarios para sobrevivir. De nuevo, el consumo temprano de grandes cantidades de pienso de arranque es una señal de que la ternera no está recibiendo suficientes nutrientes en la leche como para satisfacer sus necesidades de crecimiento y mantenimiento. Dado que el rumen no está bien desarrollado en el momento en el que la ternera empieza a consumir el pienso de arranque, la ternera digiere y utiliza realmente una parte muy pequeña del mismo. Por tanto, la ternera no está recibiendo suficientes nutrientes de las cantidades limitadas de leche y de pienso de arranque como para permitirle alcanzar su potencial genético de crecimiento. A pesar de que el rumen esté desarrollado, en este caso, a las 4 semanas, la ternera sigue sin crecer adecuadamente y su sistema inmune no está recibiendo los nutrientes suficientes para funcionar correctamente.

Si la ternera recibe el 20% de su peso al nacer al día desde su segunda semana de vida y sigue recibiendo esta cantidad, el consumo de pienso de arranque aumentará gradualmente a medida que la ternera crezca y gane peso. Cuando alcanza el peso en el que necesita más nutrientes, el consumo de pienso de arranque aumenta en consecuencia. Normalmente, le llevará 3-4 semanas a la ternera aumentar el consumo de pienso de arranque hasta el punto objetivo de ingesta (4 libras de pienso de arranque de baja calidad (18% de proteína) o de 2 libras de pienso de arranque de alta calidad (24-25% de proteína) al día). Éste es tiempo suficiente para que el rumen se desarrolle lo bastante para digerir o fermentar los alimentos que entran en el rumen. Es mejor alimentar a la ternera sólo con pienso de arranque por lo menos 7-14 días después del destete para desarrollar más el rumen en la fermentación del almidón y la producción de ácido butírico. Las terneras deberían permanecer en cuadras o corrales individuales durante este tiempo para poder observar la cantidad de pienso de arranque consumido.

Los programas de destete tradicionales tienen el objetivo de destetar a la ternera a una edad determinada. Para lograrlo, se reduce la cantidad de leche ofrecida a una cierta edad para forzar a la ternera a comer más pienso de arranque. La ternera normalmente sólo tiene una semana con esta cantidad reducida de leche antes de ser destetada. El problema con este sistema es que el rumen no tiene suficiente tiempo para desarrollarse antes del destete de la ternera. La ternera se ve obligada a consumir más pienso de arranque para intentar satisfacer su apetito y necesidades nutricionales, pero no tiene un rumen lo suficientemente desarrollado como para fermentar el alimento de manera eficiente. Estas terneras, a menudo, desarrollan acidosis en el rumen y "telangiectasias" en las papilas del rumen. Las terneras se pueden destetar con éxito en este tipo de programa si han consumido una cantidad significativa de pienso de arranque durante, al menos, 3 semanas antes del destete. Sin embargo, si consumen una gran cantidad de pienso de arranque pronto, como requiere este sistema, definitivamente no están recibiendo los suficientes nutrientes a través de la leche para satisfacer sus necesidades nutricionales para lograr su potencial genético de crecimiento y alimentar adecuadamente su sistema inmunitario.

En los últimos años, ha crecido la conciencia de la importancia de aumentar la cantidad de leche que se da a las terneras. Por esta razón, es más habitual ver un mayor número de nodrizas automatizadas de leche. Muchas de estas nodrizas tienen flexibilidad en su programación para permitir casi cualquier tipo de programa de alimentación que se desee. Sin embargo, muchas vienen ya programadas con series complicadas de aumentos y descensos en la cantidad de leche que se le permite beber a la ternera de semana en semana. Un enfoque habitual es aumentar gradualmente la cantidad de leche al día hasta alcanzar un máximo en un nivel determinado e, inmediatamente después, empezar a bajar la cantidad de leche al día en un esfuerzo por fomentar la ingesta del pienso de arranque. La mayoría están programadas para permitir el destete antes de la octava semana de edad. De nuevo, este enfoque obliga a la ternera a comer más pienso de arranque y el rumen puede no estar lo suficientemente desarrollado para digerir y fermentar correctamente el alimento seco.

Un problema importante con las nodrizas automatizadas es que, cuando las terneras se alojan en grupos, no hay forma de observar la ingesta individual de pienso de arranque por ternera. Aunque el programa reduce la ingesta de leche, algunas de las terneras puede que no consuman el suficiente pienso de arranque antes del destete como para ser capaces de satisfacer sus necesidades nutricionales tras el destete. Por esta razón, es habitual ver terneras sufriendo después del destete con ganancias de peso pobres y un aumento en la incidencia de enfermedad respiratoria. En muchos casos, los edificios existentes se han actualizado con nodrizas automatizadas sin tener en cuenta la ventilación de estas instalaciones. Frecuentemente se observan serios problemas con enfermedad respiratoria, aumentando las pérdidas por muerte al pasarse a estos establos mal ventilados. El Dr. Ken Nordlund, de la Universidad de Wisconsin, ha desarrollado un gran trabajo en el diseño de establos para las terneras y sistemas de ventilación; y sus directrices para el diseño de los establos para las terneras han reducido en gran medida la incidencia de enfermedad respiratoria.

Algunas explotaciones lecheras en climas más frescos han desarrollado programas para la alimentación con leche acidificada. En este caso, las terneras tienen libre acceso a la leche en todo momento. El pH bajo de la leche acidificada tiende a limitar la cantidad de leche que consumen en una toma, pero las terneras pueden consumir todavía hasta 12 cuartos de galón o más de leche al día. Estas terneras ganan peso rápidamente; sin embargo, existe el mismo problema en el momento del destete. Normalmente, están alojadas en grupo, por lo que la cantidad de leche debe reducirse antes del destete y, por tanto, algunas terneras puede que no consuman el suficiente pienso de arranque en el destete ya que el consumo de pienso individual no se puede monitorizar. Se han observado los mismos problemas de aumento de enfermedades respiratorias en este sistema que en los establos mal ventilados.

Un "programa de transición" para las terneras debe incluir la presencia de un rumen lo suficientemente desarrollado como para fermentar correctamente el alimento seco que entre en él. También, debe estar diseñado para proporcionar en todo momento los nutrientes necesarios para permitir a la ternera ganar peso y aumentar su tamaño de acuerdo a su propio potencial genético. Los programas tradicionales que proporcionan a las terneras sólo el 10% de su peso al nacer al día son dietas al límite del hambre y, en épocas de frío o de estrés por calor, a menudo dan lugar a pérdidas de peso y a un aumento de las enfermedades infecciosas. Un objetivo muy fácil de alcanzar es el de duplicar

el peso al nacer de la ternera a las 8 semanas de edad. Otros programas más intensivos que aumentan los sólidos de la leche pueden triplicar el peso al nacer a las 10 semanas de edad. Diseñar un programa de transición con estos datos en mente dará lugar a un aumento enorme en la tasa de ganancia sin una deposición de grasas excesiva, una ternera mucho más sana con menores tasas de morbilidad y mortalidad, una novilla que alcanza el tamaño de cría mucho antes y una novilla de primera lactación que entra en el rebaño con menos edad y con la capacidad de producir mucha más leche. Siempre que se mantenga un nivel alto de nutrición durante todo el periodo de crecimiento de la novilla antes del primer parto, se verán mejoradas tanto la longevidad de estas novillas como su producción de leche de por vida. Realizar la transición de la ternera lechera de forma exitosa es una inversión importante para la productividad y rentabilidad del negocio lechero en el futuro.

A medida que las novillas maduran, se tienen que ajustar sus raciones en función de sus necesidades. El problema aparece con el agrupado de las novillas. Las explotaciones lecheras pequeñas a menudo tienen que agrupar las novillas con un amplio rango de edades. Esto hace que sea extremadamente difícil formular una ración adecuada para los animales más jóvenes sin sobrealimentar a las novillas más mayores. Para maximizar el crecimiento de los animales más jóvenes, deberían formularse las raciones para ellos, observando cuidadosamente a los animales más mayores del grupo para asegurarse de que no engordan. Las explotaciones lecheras pequeñas pueden querer utilizar la ración de lactación para un grupo de novillas y las sobras de las vacas en lactación para otro grupo. Las sobras o los alimentos rechazados pueden no ser una alternativa viable para los rebaños bajo un estricto programa de control de la enfermedad de Johne o paratuberculosis. Cada explotación interesada en un programa de crecimiento acelerado en novillas tiene que consultar con su nutricionistala formulación de las raciones adecuadas en función de las edades de las novillas dentro de los grupos respectivos. Básicamente, estas raciones serán algo inferiores en energía y superiores en proteína de las que normalmente se formulan. Las preocupaciones por estar dando demasiada proteína se pueden resolver comprobando los niveles de nitrógeno ureico en sangre para ver si son elevados. Si las raciones están formuladas adecuadamente, las novillas aumentarán con rapidez su tamaño estructural sin llegar al sobrepeso.

Una vez que se desteta a las novillas con éxito, deben dejarse en la cuadra durante 1-2 semanas para asegurarnos de que la ingesta de pienso de arranque aumenta hasta las 8 libras al día. Al trasladarse a los primeros corrales en grupo, el tamaño de los grupos debe mantenerse en 6-8 terneras por corral si es posible. No se recomienda cambiar la ración en el mismo momento en que los animales se juntan. Esto causa estrés por el cambio social a la vez que se produce estrés por el cambio de ración. Las terneras deben permanecer mezcladas por lo menos una semana con acceso únicamente al pienso de arranque y después se deben cambiar a una ración de crecimiento con un 20% de alfalfa de alta calidad y un 80% de concentrado en una ración mixta total. Si no hay heno de alfalfa disponible, se puede utilizar otra planta forrajera seca, de alta calidad. La proteína cruda de esta ración debería ser del 20-22%.

Las novillas permanecerán con esta ración hasta los 5 meses de edad aproximadamente.

El siguiente grupo de novillas estará formado por animales entre los 5-8 meses de edad. Ahora se pueden introducir los forrajes fermentados en la ración con un nivel total de proteína cruda de alrededor del 18%. La ganancia potencial a partir de las proteínas metabolizables debería ser de aproximadamente 0,5 libras mayor que la ganancia potencial a partir de la energía metabolizable. La condición corporal debe monitorizarse rutinariamente para asegurarse de que la ración está formulada correctamente para permitir la máxima ganancia en cuanto tamaño estructural y deposición de músculo sin que las novillas engorden en exceso.

El siguiente cambio de ración se produce a los 8 meses de edad y se mantiene hasta que las novillas quedan gestantes. La ración tendrá alrededor de un 16% de proteína cruda, pero la ganancia potencial a partir de la proteína metabolizable será aproximadamente una libra mayor que la ganancia potencial a partir de la energía metabolizable. A medida que los grupos de novillas crecen, esta diferencia potencial entre la proteína y la energía sigue aumentando para mantener las características de crecimiento adecuadas en las novillas.

Las novillas deben inseminarse cuando alcanzan un tamaño estructural adecuado y no en función del peso corporal. A mí me gusta marcar 51 pulgadas (130 cm) hasta la cruz para la altura a la que empezar a IA. He observado que con un buen programa de crecimiento acelerado en novillas, aproximadamente el 28% de las novillas alcanza esta altura a los 10 meses de edad. Alrededor del 60% estaría listo a los 11 meses y, el resto, a los 12 meses de edad. Siempre habrá unas pocas que se retrasen a alcanzar su altura de cría. Estas novillas deben evaluarse críticamente y, posiblemente, descartarse. En vez de esperar hasta la edad de inseminación para evaluar a las novillas para un posible descarte, me gusta hacer la evaluación a las 400 libras aproximadamente. Es muy fácil seleccionar las novillas raquíticas y/o con mala salud en comparación con sus compañeras de corral de edad similar. A menos que estas novillas estén obviamente enfermas, se pueden vender a precios actuales de mercado de novillas sin pérdidas. Si se mantienen en el rebaño, normalmente quedan gestantes, pero producen poco y se descartan después a precio de carne. El precio del descarte es parecido al que habría obtenido si hubiera vendido la novilla con 400 libras, solo que sin todos los costes de alimentación soportados en la alimentación de la novilla hasta la edad adulta.

El problema más común en la cría de novillas con un programa de crecimiento acelerado en novillas es esperar demasiado para empezar la reproducción una vez que las novillas han alcanzado el tamaño apropiado para criar. A medida que las novillas crecen, el ritmo al que aumenta su tamaño estructural tiende a ralentizarse. Si las novillas están todavía a varios meses del parto cuando este proceso se produce, tienden a ganar condición corporal. Las novillas que se cubren tarde o que necesitan más tiempo para quedar gestantes tendrán sobrepeso en comparación con las novillas que concibieron cerca del momento en que alcanzaron el tamaño corporal adecuado. Si esto ocurre, las novillas que van retrasadas deberían recibir una ración de menor calidad para evitar el sobrepeso. Según mi experiencia, las novillas que paren por primera vez a los 30 meses de edad o más no producen leche suficiente y no retornan el dinero invertido en ellas hasta el parto. Estas novillas son, obviamente, vacas problema y a menudo es muy difícil que vuelvan a gestar después del parto.

Una vez se confirma el estado de preñez en las novillas, se deben rebajar los niveles de energía metabolizable a la vez que se mantiene el nivel de proteína metabolizable para que las novillas no engorden en exceso. La ración se formula con 1-2 Mcal por debajo de las necesidades sugeridas de energía, pero la proteína metabolizable se mantiene alrededor de 150-200 gramos por encima de las necesidades sugeridas. Para conseguirlo, el nivel de proteína cruda de la ración de las novillas preñadas estará alrededor del 15-15,5%. Dado que la curva de crecimiento se ha desplazado notablemente hacia la izquierda, la tasa de crecimiento se ralentiza durante el periodo de gestación en comparación con el programa tradicional de parto a los 24-28 meses de edad. Se ha sugerido que la altura ideal de las novillas al parto es de

54,9 pulgadas (140 cm) hasta la cruz con un peso entre 1350 y 1400 libras (612-635 kg) antes del parto. Las novillas criadas en este programa que les permite alcanzar su potencial natural de crecimiento, logran o sobrepasan estos objetivos establecidos, no tendrán ningún aumento en cuanto a distocias y producirán más leche durante su primera y pósteriores lactaciones.

De ser posible, es conveniente separar las novillas próximas al parto de las vacas en segunda lactación o mayores, en el corral de vacas secas. Las novillas no compiten bien contra las vacas de más edad y, a menudo, pueden no consumir la cantidad apropiada de materia seca para tener una salud óptima. También hay que cuidar que se proporcione un espacio adecuado de pesebre a las novillas y que se ajuste la ración diariamente en función del número de vacas en el corral de vacas próximas al parto. Investigaciones recientes de la Columbia Británica han mostrado que las novillas y vacas que tienen ingesta de materia seca reducida durante tres semanas antes del parto son los mismos animales que sufren la mayor incidencia de enfermedades metabólicas después del parto (Huzzey, J.M. *et al*,. 2006). Los corrales de vacas secas próximas al parto y los corrales de vacas recién paridas deben mantenerse con un 80% de ocupación para minimizar la competencia en el comedero y maximizar la ingesta de materia seca. El lugar en el que las novillas paren, ya sea en el corral de vacas secas o en parideras específicas, debe proporcionar a la novilla un espacio adecuado que le permita tumbarse y parir sin ser molestada. He visto situaciones en las que el porcentaje de terneros nacidos muertos se ha reducido a la mitad, simplemente duplicando el tamaño del corral de vacas secas o el de las parideras en donde las novillas estaban pariendo.

La principal preocupación relacionada con los programas de crecimiento acelerado en novillas es la deposición de grasa en la glándula mamaria, dando lugar a una reducción en la producción de leche en la primera lactación. No obstante, estos resultados se consiguieron al acelerar la ganancia de peso en novillas prepuberales, sin prestar demasiada atención a los requisitos de proteína necesarios para aumentar el tamaño estructural. También se han hecho muchos estudios que evalúan la glándula mamaria que han demostrado que no hay una reducción de los tejidos productores de leche en las novillas recién paridas que han estado en programas de crecimiento acelerado con niveles elevados de proteína en la ración. La reducción en el ADN del parénquima mamario en las novillas que están alcanzando la pubertad, que se ha reportado anteriormente, se debe simplemente al hecho de que las novillas en un plano de nutrición más alto alcanzan la pubertad a menor edad (Van Amburgh, 2005). He hecho un seguimiento de 5 lactaciones de animales criados con un programa de crecimiento acelerado y no he observado ningún efecto adverso sobre su eficiencia reproductiva ni productiva. De hecho, los datos recogidos de estos rebaños sugieren, en realidad, que su longevidad en el rebaño puede haber mejorado.

Ahora que se sabe más sobre cómo formular raciones adecuadamente para acelerar el crecimiento de las novillas de recría, es posible tener novillas pariendo a los 20 meses de edad con el mismo tamaño estructural que las novillas de 24 meses criadas con una ración convencional. Estas novillas no muestran una menor producción en la primera lactación ni un aumento de dificultades en el parto.

La tabla 2 muestra un listado de Dairy Comp 305 de un rebaño de 1.500 vacas que han seguido este programa que no muestra ninguna diferencia en la leche producida hasta la 4ª semana (AvW4MK), la semana 12 (AvW12MK) o en la lactación estandarizada a 305 días (Av305ME), entre novillas primíparas entre 18 y 24 meses de edad al primer parto.

Tabla 2. Listado de Dairy Comp 305 de un rebaño de 1500 vacas con alimentación acelerada de novillas de recría

By FRAGE	%COW	#COW	Av W4MK	AvW12MK	Av305ME
1-6	1	4	69.8	76.2	29872
1-7	15	70	62.6	72.2	27618
1-8	32	151	66.8	73.9	28172
1-9	24	114	67.2	74.0	28178
1-10	17	82	69.6	74.8	28468
1-11	9	44	70.8	77.0	28958
2-0	3	13	68.8	74.8	27602
Total	100	478	67.3	74.2	28215

La tabla 3 muestra el número total de novillas de recría necesarias por cada 100 vacas para mantener el tamaño del rebaño, teniendo en cuenta la edad al primer parto y la tasa de descarte del rebaño.

Si asumimos que la tasa media de descarte en las grandes lecherías actuales ronda el 36% y que la edad actual en el primer parto es de 26 meses, la explotación lechera tendría que tener 94 novillas por cada 100 vacas en la granja desde el nacimiento hasta el parto para mantener el tamaño del rebaño. Si la explotación tiene 1.000 vacas lecheras, entonces se necesitarán 940 novillas. Si la edad al primer parto se reduce a los 22 meses, entonces solo se necesitarían 670 novillas para mantener el tamaño del rebaño. Eso supone una diferencia de 270 novillas necesarias en la granja. Aproximadamente la mitad de estas novillas necesarias para

Tabla 3. novillas necesarias por cada 100 vacas en función de la edad al primer parto

	Edad al primer **parto***								
Tasa de eliminación	22 Mes	23 Mes	24 Mes	25 Mes	26 Mes	27 Mes	28 Mes	29 Mes	30 Mes
20%	38	42	46	48	52	56	61	63	67
22%	42	46	50	54	58	63	67	69	73
24%	46	50	54	58	63	67	71	75	81
26%	48	54	58	63	69	73	77	81	87
28%	52	58	63	69	73	79	83	87	94
30%	56	63	67	73	79	83	89	94	100
32%	61	67	71	77	83	89	96	100	106
34%	63	69	75	81	87	94	100	106	112
36%	67	73	81	87	94	100	106	112	121
38%	71	77	85	92	98	106	112	118	127
40%	75	81	89	96	104	110	118	125	133

*Basada en un 12% de pérdidas de novillas: muertes entre los 0-12 meses=5%; descartes pre-cría=3%; muertes a 13 meses del parto=1%; y pérdidas post-parto=3%.

mantener el tamaño del rebaño en la granja parirían en un año. La mitad de 270 sería 135. Si estas novillas se comprasen a 1.800$ por cabeza, esto daría un aumento de costes de 243.000$ al año.

Observemos esta misma situación desde otra perspectiva. Una lechería con 1.000 vacas y una tasa de eliminación del 36% necesitaría 360 novillas de recría al año. Asumiendo que el 50% de las vacas tienen terneras hembras, producirán 500 novillas al año. Dado que las novillas tardan alrededor de 2 años en parir, aproximadamente 250 de estas novillas parirán al año. Esto sigue dejando un déficit de 110 novillas al año incluso con una edad de 24 meses en el primer parto. Sin embargo, si también asumimos que existe, por lo menos, un 12% de pérdidas entre el nacimiento y el post-parto, habría 30 novillas menos por año. Esto dejaría solo 220 novillas o un déficit de 140 novillas al año que deberían comprarse para mantener el tamaño del rebaño. A 1.800$ por novilla, el coste de adquirir recrías adicionales ascendería a los 252.000$ al año.

Es evidente que alargar la edad del primer parto es extremadamente costoso para el ganadero. Se ha estimado que el 15-20% de los costes totales de la granja lechera están relacionados con la cría de las novillas (Karzes, 1994). También se ha señalado que la variable que más influye en los costes relacionados con la recría de las novillas es la edad al primer parto (Cady, 1996). Después de resumir mucha de la literatura disponible sobre el crecimiento acelerado en novillas, VanAmburgh, de Cornell, afirmó: "la economía es tan fuerte que el parto temprano, incluso con un menor peso corporal después del parto, mejora la rentabilidad de la granja".

Los costes crecientes de los reemplazos de novillas, unidos al hecho de que la tasa de descarte en las grandes lecherías normalmente supera el 35%, destacan la importancia de establecer un buen programa de recría de novillas que dé lugar a una disminución de las pérdidas por muerte, así como, a la reducción de la edad al primer parto.

En resumen, algunas de las consideraciones nutricionales para establecer un programa de crecimiento acelerado en novillas son las siguientes:

1. Las raciones deben formularse de forma que se aumente la tasa de crecimiento mediante el aumento del tamaño estructural sin excesivo sobrepeso. En general, las raciones tendrán niveles más altos de proteína metabolizable en comparación con las terneras criadas de la forma tradicional.
2. En el pasado, la mayoría de los requisitos nutricionales de las novillas publicados tendían a sobreestimar la energía y subestimar la proteína necesaria para lograr un crecimiento acelerado sin causar una deposición excesiva de grasa.
3. Las raciones deben formularse para maximizar el crecimiento de microbios en el rumen, lo que mejora la eficiencia alimentaria, así como optimiza el balance de aminoácidos.
4. Maximizar la ingesta de materia seca mediante procedimientos de manejo mejores, como un espacio de comederos adecuado, proporcionar alimento y agua frescos en todo momento, utilizar forrajes de buena calidad en las raciones de las novillas y proporcionar un ambiente limpio, seco y cómodo.
5. Monitorizar la evaluación de la condición corporal a medida que las novillas maduran para asegurar que las raciones están formuladas correctamente para maximizar el tamaño estructural sin que las novillas acaben con sobrepeso.
6. El nutricionista del rebaño y el propietario de la lechería deben trabajar juntos para establecer un programa que funcione de acuerdo con las instalaciones existentes y la capacidad de gestión, que permita a las novillas de recría alcanzar su tasa de crecimiento potencial.

He estado aplicando este tipo de programas de alimentación de novillas en las lecherías de mis clientes durante más de 16 años con un gran éxito. La media de pérdidas por muerte desde el nacimiento hasta el destete no llega al 1%, el coste de las medicinas utilizadas se ha reducido en un 80%, aproximadamente, y las terneras tienen una media de 260 libras de peso a las 10 semanas de edad. Este tipo de programa mejora el sistema inmunitario del animal, así como su tasa de crecimiento. Las novillas tienen un mayor tamaño estructural, pero no tienen sobrepeso, con una ratio entre tejido magro y tejido graso más alta que las terneras criadas con un programa tradicional de leche o de reemplazante de leche. Mantener a las novillas en niveles altos de nutrición con un ratio proteína:grasa adecuado les ayudará a lograr su potencial genético de crecimiento y futura producción de leche y les permitirá entrar en el rebaño a menor edad y con el mismo tamaño o más que las novillas en programas tradicionales. Estas novillas tendrán un aumento en la producción de leche y en la longevidad en el ganado debido a un mayor rendimiento.

Los programas de crecimiento acelerado en novillas pueden ser activos valiosos a la hora de aumentar la rentabilidad general del negocio lechero si se dedica un tiempo a diseñar un programa que se ajuste al esquema de gestión y se formulan correctamente las raciones para maximizar el tamaño estructural sin engordar excesivamente a las novillas.

Referencias

Cady, R.A. and T.R. Smith. 1996. Economics of heifer raising programs. Proceedings from the Calves, Heifers and Dairy Profitability National Conference. Jan. 10-12, 1996, Harrisburg, PA. NRAES Publ. 74. Ithaca, N.Y.

Faber, S. N., N. E. Faber, T. C. McCauley, and R. L. Ax. 2005. Case Study: Effects of colostrum ingestion on lactational performance. Prof. Anim. Sci. 21:420-425.

Foldager, J. and Krohn C. C. 1994. Heifer calves reared on very high or normal levels of whole milk from birth to 6-8 weeks of age and their subsequent milk production. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 3.

Huzzey, J. M., G. Urton, D.M. Weary, M. A. G. von Keyserlingk. 2006. Feeding behavior identifies cows at risk for metritis. Proceedings, AABP, Vol. 39: 126-129.

Karzes, J. 1994. Dairy replacement programs: costs and analysis Western New York, 1993. Animal Science Mimeo Series No. 174. Departments of Animal Science and Agricultural, Resource and Managerial Economics. Cornell University, Ithaca, N.Y.

Van Amburgh, M.E. and J. K. Drakley. 2005. Current perspectives on the energy and protein requirements of the pre-weaned calf. Chap. 5 in "Calf and heifer rearing: Principles of rearing the modern dairy heifer from calf to calving". Nottingham Univ. Press. P.C. Garnsworthy, ed.

Van Amburgh, M.E. 2005. Exploring the link between prepubertal mammary development and future milk yield. Proceedings, NRAES annual conference, Syracuse, NY.

Van Amburgh, M.E. 2006. Calf Nutrition and Management: Feeding for Pre-Weaning Growth and Long-Term Performance. Proceedings, Professional Dairy Heifer Growers Association annual conference.

IMPACT OF MATERNAL NUTRITION ON DEVELOPMENT AND CONSEQUENCES FOR THE FUTURE REPRODUCTION OF THEIR OFFSPRING

Dr. Alexander C.O. EVANS
School of Agriculture and Food Science
University College Dublin, Ireland
alex.evans@ucd.ie

Summary

It is now well established that the maternal environment during gestation has profound effects on embryo and fetal development and that this persists into adulthood impacting health and welfare. Most studies in the literature have investigated effects on cardiovascular development and there are few studies on the effects on reproductive function. We have completed a study that found that restricting maternal nutrition (to 0.6 of maintenance energy requirements) during the first trimester of pregnancy (the period encompassing ovarian follicle formation in foetuses) resulted in their calves having 60% fewer ovarian follicles compared with calves born to mothers fed control diets. Most studies in the literature have investigated under-nutrition or chronic under- of over-nutrition. We examined the effects of daily transient hyperglycaemia (100 ml oral propylene glycol twice per day) during the third trimester of pregnancy in sheep and found that it resulted in the birth of offspring that were both larger and had higher growth rates than lambs born to mothers that received the control (water) treatment. The challenge for human medicine and animal production systems is now to understand the mechanism by which maternal environment affects offspring development and, of greater urgency, is to recommend diets that have a positive impact on the health, development and welfare of offspring.

Introduction

The Thrifty Phenotype Hypothesis, (Hales and Barker, 2001)) suggests that environmental influences early in fetal life are reflected in impaired growth, development and metabolism leading to increased risk for diseases in adulthood. The Hypothesis proposes that some diseases originate through fetal adaptations to malnutrition that permanently alter body function. This hypothesis is supported by animal models (McMillen and Robinson, 2005). Our research group has begun to investigate this phenomenon and here I summarise the findings of two studies in contrasting models of maternal metabolism. In the first study we investigated the consequences of the maternal environment during the first third of gestation on ovarian development in their offspring in cattle (Mossa *et al.*, 2013) and in the second study we investigated the effects of a high glycaemic diet (over nutrition) during the last trimester on offspring growth and development in sheep (Smith *et al.*, 2009).

Ovarian follicle numbers

We have conducted a number of studies that have systematically counted and catalogued the numbers of antral follicles on different days of the oestrous cycle in beef heifers, dairy heifers and in post-partum dairy cows, and have established that the numbers of follicles in ovarian follicular waves of the oestrous cycle are highly variable among animals but very highly repeatable within individuals (Burns *et al.*, 2005; Ireland *et al.*, 2007; Ireland *et al.*, 2008; Jimenez-Krassel *et al.*, 2009b) (Mossa *et al.*, 2010). This observation holds true when considering the peak and nadir numbers associated with follicle waves and the mean numbers across all days of the cycle. However, the count must include all the follicles ≥ 3 mm in diameter in both ovaries (the antral follicle count or AFC) and explains why many studies in the last 20 years that have focused on follicles ≥ 5 or 6 mm in diameter have not noted the high variability of follicle numbers growing during follicular waves among animals nor the remarkably high repeatability of follicle numbers during waves in individuals. We have noted that the AFC in both ovaries during different follicular waves of an oestrous cycle may be consistently lower than 5 during follicular waves in some animals and greater than 50 in others (Burns *et al.*, 2005; Ireland *et al.*, 2007; Mossa *et al.*, 2010) (Figure 1). Moreover, this high repeatability of follicle numbers during waves persists for at least one year (Burns *et al.*, 2005).

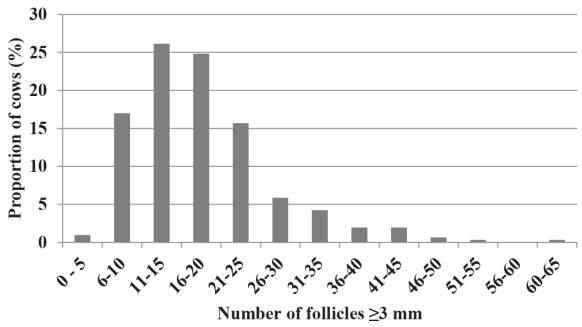


Figure 1. Frequency distribution of the total number of ovarian follicles ≥ 3mm in diameter detected using ovarian ultrasonography on two consecutive days during the first wave of follicular growth of the estrous cycle in 306 lactating dairy cows (Mossa *et al.*, 2012a)

Whether the high variation in number of antral follicles or AFC, which accounts for much less than 1% of the total number of follicles in ovaries, was associated with the inherently high variation in numbers of morphologically healthy follicles in ovaries (ovarian reserve) was unknown. To address this question, ovaries were surgically removed from age-matched heifers (adult cycling animal 12 to 18 months of age) that had high (≥25 follicles ≥ 3 mm in diameter) or low (≤15) AFC, and numbers of all follicles in ovaries were counted in histological sections (Ireland *et al.*, 2008). This study showed that AFC was highly correlated with total number of morphologically healthy follicles in ovaries, and for example cattle with a low AFC also had 80% fewer total number of healthy primordial, preantral and antral follicles in ovaries compared with cattle with a high AFC.

In summary, AFC (numbers of follicles ≥3 mm in diameter) is highly variable among animals but very highly repeatable within individuals and is reflective of the size of the ovarian reserve (total numbers of follicles in the ovaries).

- **Causes of the variation in the numbers of follicles in the ovaries**

Follicle formation during fetal development

In ruminants, follicle formation occurs during fetal life, starting with migration of primordial germ cells to the genital ridge followed by differentiation into oogonia (Pepling, 2006), which is completed by the first or second month of fetal life (Smitz and Cortvrindt, 2002; Binelli and Murphy, 2010). After arrival of the primordial germ cells into the gonadal ridge, the germ cells continue to proliferate and differentiate into primordial follicles, comprised of an oocyte surrounded by squamous granulosa cells, (primordial follicles are arrested in meiosis) (Webb and Campbell, 2007). In cattle, differentiation of primordial follicles starts between 90 and 140 days of fetal life (Erickson, 1966b; Russe, 1983; Tanaka *et al.*, 2001; Yang and Fortune, 2008). In addition, it is well established that the population of oogonia in the developing bovine ovary reaches an estimated maximum number of 2.1 million (Smitz and Cortvrindt, 2002), which rapidly declines during mid to late fetal life due to apoptosis until the population of follicles is reduced at birth to approximately 130,000 with a high variation among individuals (Erickson, 1966b; Aerts and Bols, 2010).

David Barker (hence the Barker Hypothesis (Barker, 1992), or more recently the Thrifty Phenotype Hypothesis, (Hales and Barker, 2001)) suggests that environmental influences early in human fetal life are reflected in impaired growth, development and metabolism leading to increased risk for diseases in adulthood. Hence, it is reasonable to speculate that the maternal environment during gestation, at the time of ovarian development in their fetuses, may impact oogonia proliferation and thus follicle numbers post-natally.

Evidence that maternal disease during gestation negatively impacts antral follicle count in their offspring

We have examined the effect of disease during pregnancy in cattle on ovarian development and function of their offspring. Somatic cells normally present in milk of dairy cows are predominantly white blood cells. When somatic cells are counted in milk the results are referred to as the Somatic Cell Count (SCC). The major factor affecting high SCC in milk is a mammary gland infection. SCC in milk samples collected from individual dairy cows at various intervals (*e.g.*, monthly) during lactation are commercially determined and recorded in dairy herds. Consequently, high SCC in milk (*e.g.*, >200,000) is useful as an index for potential previous or current udder infections/inflammation that may have been caused by mastitis or injury (Caraviello *et al.*, 2005). In a preliminary study, we have recently shown that dairy cows with a high number of SCC measurements >200,000 during pregnancy produce daughters with relatively low circulating concentrations of anti-Müllerian hormone (AMH) as adults. AMH is a glycoprotein produced exclusively by granulosa cells of healthy growing follicles (La Marca and Volpe, 2006) , and circulating AMH concentrations are not only static during reproductive cycles, but also highly correlated with AFC and size of the ovarian reserve in cattle and other species (see review (Ireland *et al.*, 2010). In a recent follow up study with larger animal numbers, we subjected two groups of 12 month old Holstein heifers to two injections of prostaglandin $F_{2\alpha}$ (PG) spaced 11 days apart to synchronize estrous cycles. A single blood sample was removed from the tail vein of each animal 96 hours after the last PG injection, and serum AMH concentration was determined using our previously validated AMH assay (intra- and inter-assay cv =< 10%; (Ireland *et al.*, 2008). One group of heifers were from dams (n = 25 animals) that had 4 or 5 SCC measurements > 200,000 during pregnancy while the other group of heifers were from dams (n = 20) with 0 or 1 SCC measurement > 200,000 during pregnancy. Like our previous preliminary study (Ireland *et al.*, 2010), results showed that the heifers from dams with chronically high SCC had AMH concentrations nearly 50% lower (0.13±0.03 *vs* 0.075± 0.01 ng/ml, P<0.05) compared with heifers from dams with zero or a low SCC.

Taken together, these results imply that chronic infections during pregnancy of dairy cows diminish size of the ovarian reserve (and lower AMH) and potentially future reproductive performance in their offspring.

Evidence that maternal nutrition during gestation negatively impacts antral follicle count in their offspring

Most studies examining the Thrifty Phenotype Hypothesis investigate the consequences of nutritional challenges imposed on the dam on the health of their offspring as young adults. We tested the hypothesis that restriction of maternal nutrition during gestation, at the time of ovarian development in their foetuses, negatively impacts proliferation of primordial germ cells (to be consistent with Introduction) and thus follicle numbers post-natally. We tested this hypothesis by restricting nutrition of cows to 0.6 of their maintenance energy requirements shortly before conception to the end of the first trimester of pregnancy. The first trimester of pregnancy coincides with the peak in number of follicles and oocytes in fetal ovaries (Erickson, 1966a). Results show that, although weight of offspring was unaltered at birth, AFC and circulating AMH concentrations in calves born to nutritionally restricted mothers were 60% lower compared with calves born to control mothers (Mossa *et al.*, 2013) (table 1). Because AFC and AMH concentrations are positively correlated with size of the ovarian reserve (Ireland *et al.*, 2008), these findings imply that maternal nutrition as well as chronic infections during pregnancy may have a previously unrecognized yet important role in regulation of size of the ovarian reserve and perhaps fertility of cattle.

Table 1. Mean (± SEM) number of follicles ≥3 mm in diameter (Antral Follicle Count) during follicle waves in heifer calves born to mothers fed a control diet (Control) or who were nutritionally restricted (Restricted, 60% energy requirement) for the first 110 days of gestation. From (Mossa *et al.*, 2013)

Weeks of age	Control (n=13)	Nutrient Restricted (n=10)
7	23.8 ± 2.1	14.1 ± 0.9**
18	26.0 ± 2.8	16.2 ± 1.1**
35	23.9 ± 2.2	16.6 ± 1.2**
56	21.9 ± 2.0	17.5 ± 1.9
86	23.6 ± 1.9	15.8 ± 1.8*

*P<0.05 and **P<0.01 compared to the control animals at the same age

Heritability and the effects of genotype on antral follicle count

Another intriguing observation of the numbers of follicles in cattle is a comparison of *Bos indicis* versus *Bos taurus* breeds of cattle. While there are small differences in the characteristics of estrous cycles and follicle waves between these types of cattle (Sartori

et al., 2010), it is clear that there are different number of follicles in follicle waves. At the onset of each follicular wave there are on average 18 (Ireland *et al.*, 2007) to 24 (Ginther *et al.*, 1996) small antral follicles detected in the ovaries of *Bos taurus* cattle, whereas there appear to be at least double this is *Bos indicus* cattle (Gimenes *et al.*, 2009) with reports of average counts ranging from 40 (Alvarez *et al.*, 2000) to 50 (Buratini *et al.*, 2000; Sartori *et al.*, 2010) follicles. While these difference in antral follicle numbers between breeds have been suggested to be due to differences in circulating concentrations of insulin and IGF-I (Sartori *et al.*, 2010; Sartori and Barros, 2011), it is also possible that they arise due to differences in the maternal environment during gestation affecting numbers of follicles in the ovarian reserve. In addition, it is interesting to note that there is some evidence to support the notion that prenatal maternal nutrition also negatively impacts the ovarian reserve in offspring of *Bos indicus* breeds of cattle (Sullivan *et al.*, 2009), as shown in our studies (Mossa *et al.*, 2009).

To examine the heritability of ovarian follicle numbers, AFC was assessed by ultrasonography in 445 Irish Holstein-Friesian dairy cows and 522 US Holstein-Friesian dairy heifers. Heritability estimates for AFC (+/- standard error) were 0.31+/-0.14 and 0.25+/-0.13 in dairy cows and heifers, respectively. We concluded that AFC in dairy cattle is a moderately heritable genetic trait (Walsh *et al.*, 2014).

- **Association of the numbers of ovarian follicles and fertility**

It has long been known that there is very high variation in the size of ovaries and the ovarian reserve (Erickson, 1966b; a). Moreover, the idea that quantity of follicles and oocytes in ovaries impacts fertility is a long-held tenet in reproductive biology (Hunter, 1787; Erickson, 1966b; te Velde and Pearson, 2002). However, the association of AFC with fertility has only recently received interest in human beings (Rosen, 2011; Styer and Toth, 2011).

It is clear that the quantity of follicles and oocytes are highly variable throughout reproductive life spans of adults (see above) and also that oocyte quantity rapidly declines during ageing (Fayad *et al.*, 2004; Kuhn *et al.*, 2006). Furthermore, in women, the decline in fertility about 20 years before menopause (cessation of reproductive cycles and depletion of oocytes from ovaries) and high variability of age at menopause (range = 40 to 60 yrs old) are both hypothesized to be caused by the high variation in number of follicles and oocytes in women at birth (Faddy and Gosden, 1996; te Velde and Pearson, 2002). Nevertheless, the extent and mechanisms whereby the inherently high variation in quantity of follicles and oocytes in ovaries of individuals (Block, 1952; Erickson, 1966b; a; Burns *et al.*, 2005; Ireland *et al.*, 2007; Ireland *et al.*, 2008; Ireland *et al.*, 2009; Jimenez-Krassel *et al.*, 2009a) may cause or contribute to the relatively large differences in fertility amongst *young adults* are unknown and have not been previously directly examined for any species.

To test the hypothesis that AFC is positively associated with fertility in cattle we completed a study showing that cows with a high AFC had higher pregnancy rates (Figure 2), shorter calving to conception intervals and received fewer services during the breeding season compared with cows with a low AFC (Mossa *et al.*, 2012b). This finding is supported by a study in beef heifers showing higher pregnancy rates in heifers with high versus a lower AFC (Cushman *et al.*, 2009).

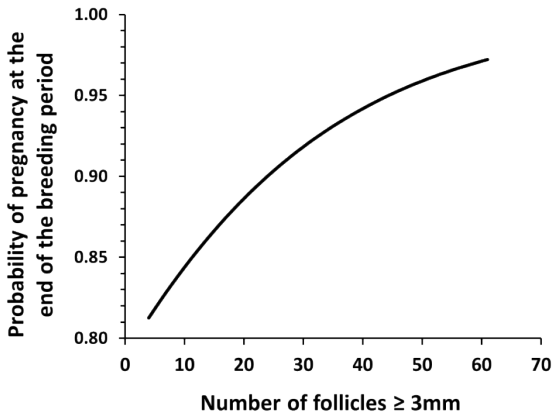


Figure 2. Probability of pregnancy at the end of the breeding period in 306 lactating dairy cows plotted against the numbers of ovarian follicles ≥ 3mm in diameter (AFC). Logistic regression, utilising a logit link function, was used to quantify the association between AFC and pregnancy at the end of the breeding period (P=0.06). (Mossa *et al.*, 2012b)

Antral follicle count and superovulation

Responsiveness to superovulation and reduced success of IVF and embryo transfer are well established to be negatively associated with ageing and to correspond to a reduction in number of follicles and oocytes in ovaries in single-ovulating species like cattle (Kawamata, 1994; Cushman *et al.*, 1999; Taneja *et al.*, 2000; Singh *et al.*, 2004) and humans (Beckers *et al.*, 2002; Styer and Toth, 2011). Our results show that young adult cattle with low versus high AFC respond poorly to superovulation and have a reduced number of transferable embryos (Ireland *et al.*, 2007).

Effects of transient high glycaemic intake in the last trimester of pregnancy on offspring birth weight and postnatal growth rate

Most studies that investigate the effects of the maternal environment during gestation on embryo and fetal development examine under nutrition. However, over nutrition (in our well-fed society) during gestation is an issue in humans and has implications for animal production in agriculture.

Evidence in humans has established that maternal weight and maternal weight gain during pregnancy significantly influences infant birth weight (Abrams and Laros, 1986; Frentzen *et al.*, 1988; Johnson *et al.*, 1992; Mahony *et al.*, 2007). Fetal macrosomia (large for dates with birth weight >4.0 Kg) is associated with an increased risk of maternal perineal trauma (Sultan *et al.*, 1994) and an increased risk of trauma to the infant (Geary *et al.*, 1995; Ecker *et al.*, 1997). Additionally, studies have found that infants born at the highest end of the distribution for weight were at a higher risk of being obese in childhood, adolescence and adulthood when compared to normal sized infants (Eriksson *et al.*, 2003; Baird *et al.*, 2005). In humans, the source of maternal glucose originates either from the maternal liver or from the maternal diet. High maternal glucose concentrations are thought to increase maternal weight gain, result in feto-placental overgrowth as well as a higher risk of fetal macrosomia, while low maternal glycaemic diets result in normal maternal weight gain and produce infants with birth weights between the 25th and 50th percentile (Clapp, 2002). Also, there is a relationship between elevated maternal glucose concentrations during gestation (below those levels diagnostic of diabetes) and increased birth weight (Metzger *et al.*, 2008). With the above evidence in mind, it is apparent that there is a need

to control the level of glucose consumption during pregnancy to help reduce maternal and fetal trauma at parturition, as well as reducing the risk of obesity related adult diseases later in life.

Consumption of high glycaemic index diets increase postprandial glucose peaks as well as increasing fasting glucose levels compared to low glycaemic diets (Moses *et al.*, 2006). In addition, lifestyle choices mean that pregnant women in the developed world often consume high glycaemic snacks between meals that temporarily but dramatically increase circulating glucose and insulin concentrations. The impact of this type of diet, causing transient elevations in glucose concentrations, on fetal development has not been studied.

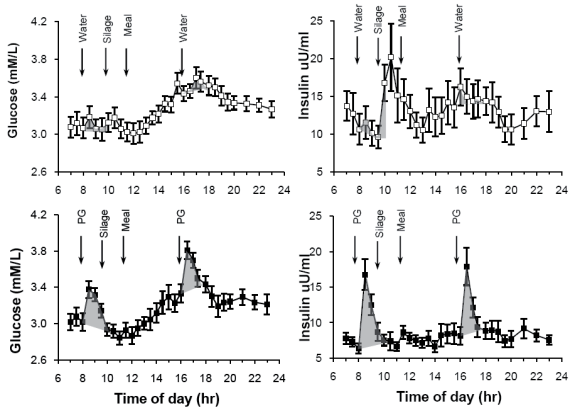


Figure 3. Glucose and insulin concentrations on Day 109 of gestation in ewes administered propylene glycol (n=12) or water (n=12) daily from Day 98 of gestation. Ewes received 100 mls of propylene glycol (PG) or water (control) at 08.00 and again at 16.00 hours. Grass silage was fed ad libitum and replenished as shown and a concentrate meal was fed as shown. The response to propylene glycol or water was calculated as AUC for the 2 hours post administration (shaded area). Glucose (8.00 hours, p=0.002; 16.00 hours, p=0.006) and insulin (08.00 hours, p=0.006; 16.00 hours, p=0.006). AUC response in ewes fed propylene glycol was significantly larger when compared to ewes administered water (Smith *et al.*, 2009)

On the basis of this we conducted a study to investigate the consequences of transient, intermittent high glycaemic intake during the last trimester of pregnancy on neonatal size and postnatal growth in a sheep model. To achieve this aim, we studied lambs born to pregnant ewes that received a twice daily high glycaemic oral dose of propylene glycol or water (control) in addition to their normal meals during the last trimester of pregnancy. We found that short duration, high glycaemic intake during late gestation, that causes transient elevations in glucose and insulin concentrations (analogous to snacking on high glycaemic foods) compared to the control ewes (Figure 3), had substantial effects to increase offspring birth weight and postnatal growth rates (table 2).

Table 2.Characteristics of lambs born to ewes fed 100 ml propylene glycol or 100 ml water (control) twice per day from Day 98 of gestation to term (about Day 147) (Smith *et al.*, 2009)

	Propylene Glycol	Water	P value
Gestation length (days)	147.9 ± 0.2 (n=58)	147.6 ± 0.2 (n=63)	P=0.192
Birth Weight (kg)	5.27 ± 0.11 (n=70)	5.01 ± 0.01 (n=80)	P= 0.032
Birth Glucose (mM/L)	3.88 ± 0.29 (n=61)	2.87 ± 0.17 (n=76)	P= 0.001
Birth IGF-I (pg/ml)	629.8 ± 122.6 (n=70)	774.8 ± 172.4 (n=80)	P= 0.253
Growth Rate 0 to 6wks (kg/day)	0.36 ± 0.09 (n=55)	0.33 ± 0.01 (n=55)	P= 0.036
Growth Rate 0 to12 wks (kg/day)	0.31 ± 0.01 (n=51)	0.29 ± 0.01 (n=60)	P= 0.002
Age at slaughter (Days)	166.0 ± 6.75 (n=35)	183.4 ± 7.02 (n=36)	P= 0.039
Carcass Weight at slaughter (kg)	20.6 ± 0.28 (n=35)	20.0 ± 0.26 (n=36)	P= 0.148

We concluded that our animal model has relevance for the investigation of the effects of transient maternal hyperglycaemia on offspring development and health. In the context of human health, altering the source and pattern of intake of maternal dietary carbohydrate will prove valuable in the management of pregnancies at risk for fetal overgrowth, trauma at parturition and in the subsequent prevention of childhood obesity. However, in the context of animal production manipulating nutrition late in gestation is a useful tool to maximise the size of new-borns (calves and lambs in particular) as this has significant consequences for the age at puberty and/or the age that animals can go to slaughter.

Conclusion

It is well established that the maternal environment during gestation affects embryo and fetal development. Here I have summarised the findings of two studies in which offspring ovarian follicle numbers were impacted by reduced maternal nutrition during the first trimester in cattle and also a study where fetal and post-natal growth were increased by twice daily transient elevations in glucose (and insulin) in sheep. The challenge for human medicine and animal production systems is now to understand the mechanism by which maternal environment affects offspring development and, of greater urgency, is to recommend diets that have a positive impact on the health, development and welfare of offspring.

Acknowledgements

The Author is grateful to Science Foundation Ireland (07/SRC/B1156) and the Department of Agriculture Food and the Marine, Ireland (RSF 06328) for funding to support his research.

References

Abrams, B.F., Laros, R.K., Jr., 1986. Prepregnancy weight, weight gain, and birth weight. The American Journal of Obsterics and Gynecology 154, 503-509.

Aerts, J.M., Bols, P.E., 2010. Ovarian follicular dynamics: a review with emphasis on the bovine species. Part I: Folliculogenesis and pre-antral follicle development. Reprod. Domest. Anim. 45, 171-179.

Alvarez, P., Spicer, L.J., Chase, C.C., Jr., Payton, M.E., Hamilton, T.D., Stewart, R.E., Hammond, A.C., Olson, T.A., Wettemann, R.P., 2000. Ovarian and endocrine characteristics during an estrous cycle in Angus, Brahman, and Senepol cows in a subtropical environment. J. Anim. Sci. 78, 1291-1302.

Baird, J., Fisher, D., Lucas, P., Kleijnen, J., Roberts, H., Law, C., 2005. Being big or growing fast: systematic review of size and growth in infancy and later obesity. BMJ (Clinical research ed 331, 929.

Barker, D.J., 1992. The effect of nutrition of the fetus and neonate on cardiovascular disease in adult life. Proceedings of the Nutrition Society 51, 135-144.

Beckers, N.G.M., Macklon, N.S., Eijkemans, M.J.C., Fauser, B.C.J.M., 2002. Women with regular menstrual cycles and a poor response to ovarian hyperstimulation for in vitro fertilization exhibit follicular phase characteristics suggestive of ovarian aging. Fertility and sterility 78, 291-297.

Binelli, M., Murphy, B.D., 2010. Coordinated regulation of follicle development by germ and somatic cells. Reprod. Fertil. Dev. 22, 1-12.

Block, E., 1952. Quantitative morphological investigation of the follicular systen in women. Acta Anat 14, 108-123.

Buratini, J., Jr., Price, C.A., Visintin, J.A., Bo, G.A., 2000. Effects of dominant follicle aspiration and treatment with recombinant bovine somatotropin (BST) on ovarian follicular development in nelore (Bos indicus) heifers. Theriogenology 54, 421-431.

Burns, D.S., Jimenez-Krassel, F., Ireland, J.L., Knight, P.G., Ireland, J.J., 2005. Numbers of antral follicles during follicular waves in cattle: evidence for high variation among animals, very high repeatability in individuals, and an inverse association with serum follicle-stimulating hormone concentrations. Biology of Reproduction 73, 54-62.

Caraviello, D.Z., Weigel, K.A., Shook, G.E., Ruegg, P.L., 2005. Assessment of the impact of somatic cell count on functional longevity in Holstein and Jersey cattle using survival analysis methodology. J. Dairy. Sci. 88, 804-811.

Clapp, J.F., 3rd, 2002. Maternal carbohydrate intake and pregnancy outcome. Proceedings of the Nutrition Society 61, 45-50.

Cushman, R.A., Allan, M.F., Kuehn, L.A., Snelling, W.M., Cupp, A.S., Freetly, H.C., 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. Journal of Animal Science 87, 1971-1980.

Cushman, R.A., DeSouza, J.C., Hedgpeth, V.S., Britt, J.H., 1999. Superovulatory response of one ovary is related to the micro- and macroscopic population of follicles in the contralateral ovary of the cow. Biology of Reproduction 60, 349-354.

Ecker, J.L., Greenberg, J.A., Norwitz, E.R., Nadel, A.S., Repke, J.T., 1997. Birth weight as a predictor of brachial plexus injury. Obstetrics and Gynecology 89, 643-647.

Erickson, B.H., 1966a. Development and radio-response of the prenatal bovine ovary. Journal of Reproduction and Fertility 11, 97-105.

Erickson, B.H., 1966b. Development and senescence of the postnatal bovine ovary. Journal of Animal Science 25, 800-805.

Eriksson, J., Forsen, T., Osmond, C., Barker, D., 2003. Obesity from cradle to grave. International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders 27, 722-727.

Faddy, M.J., Gosden, R.G., 1996. A model conforming the decline in follicle numbers to the age of menopause in women. Hum. Reprod. 11, 1484-1486.

Fayad, T., Levesque, V., Sirois, J., Silversides, D.W., Lussier, J.G., 2004. Gene expression profiling of differentially expressed genes in granulosa cells of bovine dominant follicles using suppression subtractive hybridization. Biology of Reproduction 70, 523-533.

Frentzen, B., Dimperio, D., Cruz, A., 1988. Maternal weight gain:effect on infant birth weight among overweight and average-weight low-income women. American journal of obstetrics and gynecology 159, 1114-1117.

Geary, M., McParland, P., Johnson, H., Stronge, J., 1995. Shoulder dystocia--is it predictable? European journal of obstetrics, gynecology, and reproductive biology 62, 15-18.

Gimenes, L.U., Fantinato Neto, P., Arango, J.S.P., Ayres, H., Baruselli, P.S., 2009. Follicular dynamics of Bos indicus, Bos taurus and Bubalus bubalis heifers treated with norgestomet ear implant associated of not to injectable progesterone. Anim. Reprod. 6, 256.

Ginther, O.J., Wiltbank, M.C., Fricke, P.M., Gibbons, J.R., Kot, K., 1996. Selection of the dominant follicle in cattle. Biol. Reprod. 55, 1187-1194.

Hales, C.N., Barker, D.J., 2001. The thrifty phenotype hypothesis. British medical bulletin 60, 5-20.

Hunter, J., 1787. An experiment to determine the effect of extirpating one ovarium upon the number of young produced. Philosophical Transactions of the Royal Society of London 77, 233-239.

Ireland, J.J., Scheetz, D., Jimenez, F., Folger, J.K., Smith, G.W., Mossa, F., Evans, A.C.O., 2010. Evidence that mammary gland infection/injury during pregnancy in dairy cows may have a negative impact on size of the ovarian reserve in their daughters 43rd Annual Meeting for the Society for Study of Reproduction, Milwaukee, WI.

Ireland, J.J., Ward, F., Jimenez-Krassel, F., Ireland, J.L., Smith, G.W., Lonergan, P., Evans, A.C.O., 2007. Follicle numbers are highly repeatable within individual animals but are inversely correlated with FSH concentrations and the proportion of good-quality embryos after ovarian stimulation in cattle. Human reproduction (Oxford, England) 22, 1687-1695.

Ireland, J.J., Zielak, A.E., Jimenez-Krassel, F., Folger, J., Bettegowda, A., Scheetz, D., Walsh, S., Mossa, F., Knight, P.G., Smith, G.W., Lonergan, P., Evans, A.C.O., 2009. Variation in the ovarian reserve is linked to alterations in intrafollicular estradiol production and ovarian biomarkers of follicular differentiation and oocyte quality in cattle. Biol. Reprod. 80 954-964.

Ireland, J.L.H., Scheetz, D., Jimenez-Krassel, F., Themmen, A.P., Ward, F., Lonergan, P., Smith, G.W., Perez, G.I., Evans, A.C., Ireland, J.J., 2008. Antral follicle count reliably predicts number of morphologically healthy oocytes and follicles in ovaries of young adult cattle. Biology of Reproduction 79, 1219-1225.

Jimenez-Krassel, F., Folger, J., Ireland, J.L.H., Smith, G.W., Hou, X., Davis, J.S., Lonergan, P., Evans, A.C.O., Ireland, J.J., 2009a. Evidence that high variation in ovarian reserves of healthy young adults has a negative impact on the corpus luteum and endometrium during reproductive cycles of single-ovulating species. Biol. Reprod. 80, 1272-1281.

Jimenez-Krassel, F., Folger, J.K., Ireland, J.L., Smith, G.W., Hou, X., Davis, J.S., Lonergan, P., Evans, A.C.O., Ireland, J.J., 2009b. Evidence that High Variation in Ovarian Reserves of Healthy Young Adults Has a Negative Impact on the Corpus Luteum and Endometrium During Estrous Cycles in Cattle. Biology of Reproduction 80, 1272-1281.

Johnson, J.W., Longmate, J.A., Frentzen, B., 1992. Excessive maternal weight and pregnancy outcome. American journal of obstetrics and gynecology 167, 353-370; discussion 370-352.

Kawamata, M., 1994. Relationship between the number of small follicles prior to superovulatory treatment and superovulatory response in Holstein cows. Journal of Veterinary Medical Science 56, 965-970.

Kuhn, M.T., Hutchison, J.L., Wiggans, G.R., 2006. Characterization of Holstein heifer fertility in the United States. J. Dairy. Sci. 89, 4907-4920.

La Marca, A., Volpe, A., 2006. Anti-Mullerian hormone (AMH) in female reproduction: is measurement of circulating AMH a useful tool? Clinical endocrinology 64, 603-610.

Mahony, R., Foley, M., McAuliffe, F., O'Herlihy, C., 2007. Maternal weight characteristics influence recurrence of fetal macrosomia in women with normal glucose tolerance. The Australian & New Zealand journal of obstetrics & gynaecology 47, 399-401.

McMillen, I.C., Robinson, J.S., 2005. Developmental origins of the metabolic syndrome: prediction, plasticity, and programming. Physiological Reviews 85, 571-633.

Metzger, B.E., Lowe, L.P., Dyer, A.R., Trimble, E.R., Chaovarindr, U., Coustan, D.R., Hadden, D.R., McCance, D.R., Hod, M., McIntyre, H.D., Oats, J.J., Persson, B., Rogers, M.S., Sacks, D.A., 2008. Hyperglycemia and adverse pregnancy outcomes. The New England journal of medicine 358, 1991-2002.

Moses, R.G., Luebcke, M., Davis, W.S., Coleman, K.J., Tapsell, L.C., Petocz, P., Brand-Miller, J.C., 2006. Effect of a low-glycemic-index diet during pregnancy on obstetric outcomes. The American journal of clinical nutrition 84, 807-812.

Mossa, F., Carter, F., Walsh, S.W., Kenny, D.A., Smith, G.W., Ireland, J.L., Hildebrandt, T.B., Lonergan, P., Ireland, J.J., Evans, A.C., 2013. Maternal undernutrition in cows impairs ovarian and cardiovascular systems in their offspring. Biology of Reproduction 88, 92.

Mossa, F., Jimenez-Krassel, F., Walsh, S., Berry, D.P., Butler, S.T., Folger, J., Smith, G.W., Ireland, J.L., Lonergan, P., Ireland, J.J., Evans, A.C., 2010. Inherent capacity of the pituitary gland to produce gonadotropins is not influenced by the number of ovarian follicles > or = 3 mm in diameter in cattle. Reproduction, Fertility and Development 22, 550-557.

Mossa, F., Kenny, D., Jimenez-Krassel, F., Smith G.W., Berry, D., Butler, S., Fair, T., Lonergan, P., Ireland, J.J., Evans, A.C.O., 2009. Undernutrition of heifers during the first trimester of pregnancy diminishes size of the ovarian reserve in female offspring, 42nd Annual Meeting of the Society for Study of Reproduction, Pittsburg, PA, p. 77.

Mossa, F., Walsh, S.W., Butler, S.T., Berry, D.P., Carter, F., Lonergan, P., Smith, G.W., Ireland, J.J., Evans, A.C., 2012a. Low numbers of ovarian follicles >/=3 mm in diameter are associated with low fertility in dairy cows. Journal of dairy science 95, 2355-2361.

Mossa, F., Walsh, S.W., Butler, S.T., Berry, D.P., Carter, F., Lonergan, P., Smith, G.W., Ireland, J.J., Evans, A.C.O., 2012b. Low numbers of ovarian follicles ≥ 3 mm in diameter are associated with low fertility in dairy cows. J. Dairy. Sci. In Press.

Pepling, M.E., 2006. From primordial germ cell to primordial follicle: mammalian female germ cell development. Genesis 44, 622-632.

Rosen, M.P., 2011. Do oocyte quality and quantity as measured by antral follicle count decline in parallel? Fertil Steril 95, 482-483.

Russe, I., 1983. Oogenesis in cattle and sheep. Bibleotheca Anatomica 24, 77-92.

Sartori, R., Barros, C.M., 2011. Reproductive cycles in Bos indicus cattle. Anim. Reprod. Sci. In press.

Sartori, R., Bastos, M.R., Baruselli, P.S., Gimenes, L.U., Ereno, R.L., Barros, C.M., 2010. Physiological difference and implications the reproductive management of Bos taurus and Bos indicus cattle in a tropical environment, In: Lucy, M.C., Pate, J.L., Smith, M.F., Spencer, T.E. (Eds.), Reproduction in Domestic Runimants VII, Nottingham University Press, Nottingham, pp. 357-375.

Singh, J., Dominguez, M., Jaiswal, R., Adams, G.P., 2004. A simple ultrasound test to predict the superstimulatory response in cattle. Theriogenology 62, 227-243.

Smith, N.A., McAuliffe, F.M., Quinn, K., Lonergan, P., Evans, A.C., 2009. Transient high glycaemic intake in the last trimester of pregnancy increases offspring birthweight and postnatal growth rate in sheep: a randomised control trial. British journal of obstetrics and gynaecology 116, 975-983.

Smitz, J.E., Cortvrindt, R.G., 2002. The earliest stages of folliculogenesis in vitro. Reproduction 123, 185-202.

Styer, A.K., Toth, T.L., 2011. Antral follicle count in clinical practice: building the bridge from ovarian reserve to in vitro fertilization outcome. Fertil Steril 95, 480-481.

Sullivan, T.M., Micke, G.C., Greer, R.M., Irving-Rodgers, H.F., Rodgers, R.J., Perry, V.E., 2009. Dietary manipulation of Bos indicus x heifers during gestation affects the reproductive development of their heifer calves. Reproduction, Fertility and Development 21, 773-784.

Sultan, A.H., Kamm, M.A., Hudson, C.N., Bartram, C.I., 1994. Third degree obstetric anal sphincter tears: risk factors and outcome of primary repair. BMJ (Clinical research ed 308, 887-891.

Tanaka, Y., Nakada, K., Moriyoshi, M., Sawamukai, Y., 2001. Appearance and number of follicles and change in the concentration of serum FSH in female bovine fetuses. Reproduction 121, 777-782.

Taneja, M., Bols, P.E., Van de Velde, A., Ju, J.C., Schreiber, D., Tripp, M.W., Levine, H., Echelard, Y., Riesen, J., Yang, X., 2000. Developmental competence of juvenile calf oocytes in vitro and in vivo: influence of donor animal variation and repeated gonadotropin stimulation. Biology of Reproduction 62, 206-213.

te Velde, E.R., Pearson, P.L., 2002. The variability of female reproductive ageing. Human reproduction update 8, 141-154.

Walsh, S.W., Mossa, F., Butler, S.T., Berry, D.P., Scheetz, D., Jimenez-Krassel, F., Tempelman, R.J., Carter, F., Lonergan, P., Evans, A.C., Ireland, J.J., 2014. Heritability and impact of environmental effects during pregnancy on antral follicle count in cattle. Journal of dairy science 97, 4503-4511.

Webb, R., Campbell, B.K., 2007. Development of the dominant follicle: mechanisms of selection and maintenance of oocyte quality. Society of Reproduction and Fertility Supplement 64, 141-163.

Yang, M.Y., Fortune, J.E., 2008. The capacity of primordial follicles in fetal bovine ovaries to initiate growth in vitro develops during mid-gestation and is associated with meiotic arrest of oocytes. Biol. Reprod. 78, 1153-1161.

TRADUCCIÓN AL CASTELLANO ▼

Influencia de la nutrición materna sobre el desarrollo y sus consecuencias en el futuro rendimiento reproductivo de la descendencia

Dr. Alexander C.O. EVANS

Facultad de Agricultura y Ciencias de los Alimentos, Universidad de Dublín, Irlanda

Resumen

Actualmente, es bien sabido que el ambiente materno durante la gestación tiene efectos profundos sobre el embrión y el desarrollo fetal y que éstos persisten hasta la madurez afectando la salud y el bienestar. La mayoría de los estudios en la literatura investigan los efectos sobre el desarrollo cardiovascular y hay pocos estudios centrados en los efectos sobre la función reproductiva. Nosotros hemos completado un estudio en el que hemos hallado que la restricción de la nutrición materna (a 0,6 de los requisitos energéticos de mantenimiento) durante el primer trimestre de gestación (el periodo que abarca la formación de los folículos ováricos en los fetos) daba lugar a que las terneras tuvieran un 60% menos de folículos ováricos en comparación con las terneras nacidas de vacas alimentadas con una dieta control. La mayoría de los estudios previos se han centrado en la desnutrición o sobrenutrición crónica. Nosotros hemos examinado los efectos de la hiperglucemia transitoria diaria (100 ml de propilenglicol dos veces al día) durante el tercer trimestre de gestación en ovejas y hemos descubierto que daba lugar al nacimiento de una descendencia más grande y con tasas de crecimiento mayores que los corderos nacidos de las ovejas que recibieron el tratamiento control (agua). El reto para la medicina humana y los sistemas de producción animal es, ahora, comprender el mecanismo por el que el ambiente materno influye sobre el desarrollo de la descendencia y, con mayor urgencia, recomendar dietas que tengan un impacto positivo sobre la salud, el desarrollo y el bienestar de la descendencia.

Introducción

La Hipótesis del *Fenotipo Ahorrador* (Hales y Barker, 2001) sugiere que las influencias ambientales tempranas en la vida fetal se reflejan en alteraciones del crecimiento, del desarrollo y del metabolismo que dan lugar a un mayor riesgo de enfermedades en la vida adulta. Esta hipótesis propone que algunas enfermedades se originan a través de las adaptaciones del feto a la malnutrición que alteran permanentemente la función del cuerpo. Esta hipótesis se apoya sobre los modelos animales (McMillen y Robinson, 2005). Nuestro equipo ha comenzado a investigar este fenómeno y aquí resumo los hallazgos de dos estudios sobre modelos opuestos del metabolismo materno. En el primer estudio, hemos investigado las consecuencias del ambiente maternal durante el primer trimestre de gestación sobre el desarrollo ovárico de su descendencia en el ganado (Mossa *et al.*, 2013) y, en el segundo, hemos investigado los efectos de una dieta hiperglucemiante (sobrenutrición) durante el último trimestre sobre el crecimiento y el desarrollo de la descendencia en ovejas (Smith *et al.*, 2009).

Número de folículos ováricos

Hemos llevado a cabo una serie de estudios en los que hemos contado y catalogado sistemáticamente el número de folículos antrales en días diferentes del ciclo estral en novillas de carne, novillas lecheras y vacas lecheras en el postparto, y hemos establecido que los números de folículos en las ondas foliculares ováricas del ciclo estral varían mucho entre los animales pero se repiten bastante a nivel individual (Burns *et al.*, 2005; Ireland *et al.*, 2007; Ireland *et al.*, 2008; Jiménez-Krassel *et al.*, 2009b) (Mossa *et al.*, 2010). Esta observación es válida cuando se consideran los valores máximo y mínimo asociados con las ondas foliculares y los valores medios durante todos los días del ciclo. No obstante, el recuento debe incluir todos los folículos de ≥ 3 mm de diámetro de ambos ovarios (el recuento de folículos antrales o AFC, por sus siglas en inglés), lo que explica por qué muchos estudios de los últimos 20 años que se han centrado en los folículos de ≥ 5 o 6 mm de diámetro no han observado la alta variabilidad del número de folículos en crecimiento durante las ondas foliculares entre los animales ni la notablemente alta repetitividad del número de folículos durante las ondas en los individuos. Hemos observado que el AFC en ambos ovarios durante las diferentes ondas foliculares de un ciclo estral puede ser sistemáticamente inferior a 5 durante las ondas foliculares en algunos animales y mayor de 50 en otros (Burns *et al.*, 2005; Ireland *et al.*, 2007; Mossa *et al.*, 2010) (Figura 1). Además, esta alta repetitividad del número de folículos durante las ondas persiste durante al menos un año (Burns *et al.*, 2005).

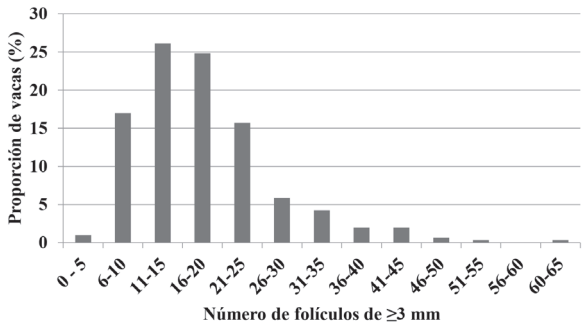


Figura 1. Distribución de frecuencias del número total de folículos ováricos de ≥ 3 mm de diámetro detectados por ultrasonografía ovárica en dos días consecutivos durante la primera onda de crecimiento folicular del ciclo estral en 306 vacas lecheras en lactación (Mossa *et al.*, 2012a)

Se desconoce si la alta variación en el número de folículos antrales o AFC, que representa mucho menos del 1% del número total de folículos en los ovarios, estaba asociada con la inherentemente alta variación en el número de folículos morfológicamente sanos en los ovarios (reserva ovárica). Para abordar esta cuestión, se extrajeron quirúrgicamente los ovarios de novillas de la misma edad (animales cíclicamente adultos de entre 12 y 18 meses de edad) que tenían un AFC alto (≥25 folículos de ≥ 3 mm de diámetro) o bajo (≤15), y se contó el número de todos los folículos de los ovarios en secciones histológicas (Ireland *et al.*, 2008). Este estudio mostró que el AFC estaba altamente correlacionado con el número total de folículos morfológicamente sanos en los ovarios y, por ejemplo, el ganado con un AFC bajo también tenía un 80% menos de número total de folículos primordiales, preantrales y antrales sanos en los ovarios en comparación con el ganado con un AFC alto.

En resumen, el AFC (número de folículos de ≥3 mm de diámetro) es altamente variable entre los animales pero muy repetible a nivel individual y es reflejo de la reserva ovárica (número total de folículos en los ovarios).

- **Causas de la variación en el número de folículos en los ovarios**

Formación de folículos durante el desarrollo fetal

En los rumiantes, la formación de los folículos se produce durante la vida fetal, comenzando con la migración de las células germinales primordiales a la cresta genital, seguida por la

diferenciación en oogonias (Pepling, 2006), que se completa en el primer o segundo mes de vida fetal (Smitz y Cortvrindt, 2002; Binelli y Murphy, 2010). Tras la llegada de las células germinales primordiales a la cresta gonadal, las células germinales siguen proliferando y diferenciándose en folículos primordiales, compuestos por un ovocito rodeado por células escamosas de la granulosa (los folículos primordiales están detenidos en la primera fase de la meiosis) (Webb y Campbell, 2007). En el ganado, la diferenciación de los folículos primordiales comienza entre los 90 y 140 días de vida fetal (Erickson, 1966b; Russe, 1983; Tanaka *et al.*, 2001; Yang y Fortune, 2008). Además, es bien sabido que la población de oogonias en el ovario bovino en desarrollo alcanza un número máximo estimado de 2,1 millones (Smitz y Cortvrindt, 2002), que disminuye rápidamente durante la segunda mitad de la vida fetal debido a fenómenos de apoptosis hasta reducirse en el nacimiento a aproximadamente 130.000 con una alta variación entre individuos (Erickson, 1966b; Aerts y Bols, 2010).

David Barker (de ahí, la hipótesis de Barker [Barker, 1992], o más recientemente, la hipótesis del Fenotipo Ahorrador [Hales y Barker, 2001]) sugiere que las influencias ambientales tempranas en la vida fetal humana se reflejan en alteraciones del crecimiento, del desarrollo y del metabolismo que dan lugar a un mayor riesgo de enfermedades en la vida adulta. Por tanto, es razonable suponer que el ambiente materno durante la gestación, en el momento del desarrollo de los ovarios de sus fetos, puede afectar a la proliferación de oogonias y, así, al número de folículos después del nacimiento.

Evidencias de que las enfermedades de la madre durante la gestación inciden negativamente sobre el recuento de folículos antrales de su descendencia

Hemos analizado, en el ganado, el efecto de las enfermedades durante la gestación sobre el desarrollo y el funcionamiento de los ovarios de la descendencia. Las células somáticas normalmente presentes en la leche de las vacas lecheras son principalmente glóbulos blancos. Cuando se cuentan las células somáticas de la leche, los resultados se conocen como el Recuento de Células Somáticas (SCC, por sus siglas en inglés). El factor principal que provoca un SCC alto en leche es una infección de la glándula mamaria. El SCC de las muestras de leche recogidas de vacas lecheras individuales en varios intervalos (por, ejemplo, mensualmente) durante la lactación se determinan y se registran comercialmente en los rebaños lecheros. Por tanto, un SCC alto en leche (por ejemplo, >200.000) es útil como índice de posibles infecciones/inflamaciones anteriores o actuales de la ubre que pueden haber sido causadas por una mamitis o lesión (Caraviello *et al.*, 2005). En un estudio preliminar, hemos demostrado que las vacas lecheras con un número de SCC >200.000 durante la gestación tenían hijas con concentraciones circulantes relativamente bajas de hormona antimülleriana (AMH) en la edad adulta. La AMH es una glicoproteína producida exclusivamente por las células de la granulosa de los folículos en crecimiento sanos (La Marca y Volpe, 2006); y las concentraciones de AMH circulante no sólo son estáticas durante los ciclos reproductivos, sino que también están muy correlacionadas con el AFC y el tamaño de la reserva ovárica en el ganado y otras especies (ver revisión [Ireland *et al.*, 2010]). En un estudio reciente de seguimiento con un número mayor de animales, sometimos a dos grupos de novillas holstein de 12 meses de edad a dos inyecciones de prostaglandina $F_{2\alpha}$ (PG) separadas por un intervalo de 11 días para sincronizar sus ciclos estrales. Se tomó una única muestra de sangre de la vena de la cola de cada animal 96 horas después de la última inyección de PG, y se determinó la concentración de AMH en suero a través de nuestro ensayo de AMH previamente validado (intra- e inter-ensayo cv=< 10% [Ireland *et al.*, 2008]). Uno de los grupos de novillas era de madres (n = 25 animales) que habían tenido 4 o 5 muestras con SCC >200.000 durante la gestación; mientras que el otro grupo de novillas era de madres (n = 20) con 0 o 1 muestras con SCC >200.000 durante la gestación. Como en nuestro estudio preliminar anterior (Ireland *et al.*, 2010), los resultados mostraron que las novillas de madres con SCC altos crónicos tenían concentraciones de AMH casi un 50% más bajas (0,13±0,03 frente a 0,075±0,01 ng/ml, $P<0,05$) que las novillas de madres sin SCC o un SCC bajo.

En conjunto, estos resultados implican que las infecciones crónicas durante la gestación de las vacas lecheras disminuyen el tamaño de la reserva ovárica (y reducen la AMH) y el rendimiento reproductivo futuro potencial de su descendencia.

Evidencias de que la nutrición de la madre durante la gestación influye negativamente sobre el recuento de folículos antrales en su descendencia

La mayoría de los estudios que analizan la hipótesis del Fenotipo Ahorrador investigan las consecuencias de los desafíos nutricionales impuestos a la madre sobre la salud de su descendencia como adultos jóvenes. Hemos puesto a prueba la hipótesis de que la restricción de la nutrición materna durante la gestación, en el momento del desarrollo ovárico de sus fetos, influye negativamente sobre la proliferación de las células germinales primordiales (para ser coherentes con la Introducción) y, así, sobre el número de folículos después del nacimiento. Hemos probado esta hipótesis restringiendo la nutrición de las vacas hasta el 0,6 de sus requerimientos energéticos de mantenimiento desde un poco antes de la concepción hasta el final del primer trimestre de gestación. El primer trimestre de gestación coincide con el pico en el número de folículos y ovocitos en los ovarios fetales (Erickson, 1966a). Los resultados muestran que, aunque el peso de la descendencia no se vio alterado al nacimiento, el AFC y las concentraciones de AMH circulante de las terneras nacidas de madres restringidas nutricionalmente fueron un 60% más bajas en comparación con las terneras nacidas de las madres control (Mossa *et al.*, 2013) (Tabla 1). Dado que el AFC y las concentraciones de AMH se correlacionan positivamente con el tamaño de la reserva ovárica (Ireland *et al.*, 2008), estos descubrimientos implican que la nutrición materna, así como las infecciones crónicas, durante la gestación puede tener un papel importante no reconocido anteriormente en la regulación del tamaño de la reserva ovárica y, quizás, en la fertilidad del ganado.

Tabla 1. Media (± SEM) del número de folículos de ≥3 mm de diámetro (Recuento de Folículos Antrales) durante las ondas foliculares en terneras nacidas de madres alimentadas con una dieta control (Control) o de madres restringidas nutricionalmente (Restringidas, 60% de las necesidades energéticas) durante los primeros 110 días de gestación. De (Mossa *et al.*, 2013)

Semanas de edad	Control (n=13)	Restringidas (n=10)
7	23,8 ± 2,1	14,1 ± 0,9**
18	26,0 ± 2,8	16,2 ± 1,1**
35	23,9 ± 2,2	16,6 ± 1,2**
56	21,9 ± 2,0	17,5 ± 1,9
86	23,6 ± 1,9	15,8 ± 1,8*

*$P<0,05$ y **$P<0,01$ en comparación con los animales control de la misma edad. *La heredabilidad y los efectos del genotipo sobre el recuento de folículos antrales*

Otra observación interesante del número de folículos en el ganado es la comparación de las razas *Bos indicus* y *Bos taurus*. Si bien hay pequeñas diferencias en las características de los ciclos estrales y las ondas foliculares entre estos tipos de ganado (Sartori *et al.*, 2010), es evidente que hay un número diferente de folículos en las ondas foliculares. Al comienzo de cada onda folicular, se detectan entre 18 (Ireland *et al.*, 2007) y 24 (Ginther *et al.*, 1996) folículos antrales pequeños de media en los ovarios del ganado *Bos taurus*; mientras que parece que hay por lo menos el doble en el ganado *Bos indicus* (Gimenes *et al.*, 2009), con informes de recuentos que varían entre 40 (Álvarez *et al.*, 2000) y 50 (Buratini *et al.*, 2000; Sartori *et al.*, 2010) folículos de media. Si bien se ha sugerido que estas diferencias en el número de folículos antrales entre las razas se deben a las diferencias en las concentraciones circulantes de insulina e IGF-I (Sartori *et al.*, 2010; Sartori y Barros, 2011), también es posible que surjan por las diferencias en el ambiente materno durante la gestación, afectando al número de folículos en la reserva ovárica. Además, es interesante señalar que existe alguna evidencia que apoya la idea de que la nutrición materna prenatal también influye negativamente sobre la reserva ovárica de la descendencia de la raza de ganado *Bos indicus* (Sullivan *et al.*, 2009), como se muestra en nuestros estudios (Mossa *et al.*, 2009).

Para examinar la heredabilidad del número de folículos ováricos, se evaluó el AFC mediante ultrasonografía en 445 vacas lecheras holstein-friesian irlandesas y 522 novillas lecheras holstein-friesian estadounidenses. Las estimaciones de heredabilidad del AFC (+/- error estándar) fueron 0,31+/-0,14 y 0,25+/-0,13 en las vacas y novillas lecheras, respectivamente. Concluimos que el AFC en el ganado lechero es un rasgo genético moderadamente heredable (Walsh *et al.*, 2014).

- **Relación entre el número de folículos ováricos y la fertilidad**

Se sabe desde hace mucho tiempo que existe una muy alta variación en el tamaño de los ovarios y la reserva ovárica (Erickson, 1966b; 1966a). Además, la idea de que la cantidad de folículos y ovocitos en los ovarios influye sobre la fertilidad es un principio arraigado en la biología de la reproducción (Hunter, 1787; Erickson, 1966b; te Velde y Pearson, 2002). No obstante, la relación entre el AFC y la fertilidad sólo ha recibido interés recientemente en los seres humanos (Rosen, 2011; Styer y Toth, 2011).

Es evidente que la cantidad de folículos y ovocitos es muy variable a lo largo de los periodos de vida reproductiva de los adultos (ver arriba) y que la cantidad de ovocitos disminuye rápidamente con el envejecimiento (Fayad *et al.*, 2004; Kuhn *et al.*, 2006). Además, en las mujeres, se cree que el descenso de la fertilidad unos 20 años antes de la menopausia (cese de los ciclos reproductivos y agotamiento de los ovocitos de los ovarios) y la alta variabilidad en la edad de la menopausia (varía entre los 40 y los 60 años de edad) están causados por la alta variación en el número de folículos y ovocitos de las mujeres al nacer (Faddy y Gosden, 1996; te Velde y Pearson, 2002). Sin embargo, se desconoce la extensión y los mecanismos por los que la inherentemente alta variación en la cantidad de folículos y ovocitos en los ovarios de los individuos (Block, 1952; Erickson, 1966b; a; Burns *et al.*, 2005; Ireland *et al.*, 2007; Ireland *et al.*, 2008; Ireland *et al.*, 2009; Jiménez-Krassel *et al.*, 2009a) puede causar o contribuye en las diferencias relativamente grandes en la fertilidad entre los *adultos jóvenes*; y no se han examinado de forma directa anteriormente en ninguna especie.

Para probar la hipótesis de que el AFC está relacionado positivamente con la fertilidad en el ganado completamos un estudio, mostrando que las vacas con un AFC alto tenían tasas de gestación más altas (Figura 2) e intervalos entre el parto y la concepción más cortos y recibían menos servicios durante la temporada reproductiva en comparación con las vacas con AFC bajos (Mossa *et al.*, 2012b). Este hallazgo se apoya en un estudio realizado en novillas de carne que muestra que las tasas de gestación más altas eran las de las novillas con un AFC más alto (Cushman *et al.*, 2009).

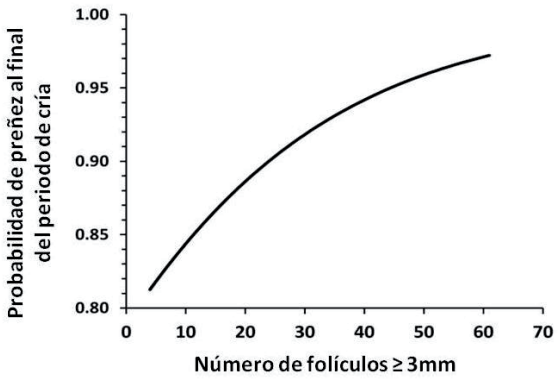


Figura 2. Probabilidad de preñez al final del periodo de cría en 306 vacas lecheras en lactación representada contra el número de folículos ováricos ≥ 3mm de diámetro (AFC). Se ha utilizado la regresión logística, usando una función de enlace logit, para cuantificar la relación entre el AFC y la gestación al final del periodo de cría (P=0,06) (Mossa *et al.*, 2012b)

Recuento de folículos antrales y superovulación

Se sabe que la capacidad de respuesta a la superovulación y el éxito reducido de la IVF y la transferencia de embriones se relacionan negativamente con el envejecimiento y se corresponden con una reducción del número de folículos y ovocitos en los ovarios de las especies de ovulación única, como el ganado bovino (Kawamata, 1994; Cushman *et al.*, 1999; Taneja *et al.*, 2000; Singh *et al.*, 2004) y los humanos (Beckers *et al.*, 2002; Styler y Toth, 2011). Nuestros resultados muestran que el ganado adulto joven con un AFC bajo, frente a uno alto, responden mal a la superovulación y tienen un número reducido de embriones transferibles (Ireland *et al.*, 2007).

Efectos de una ingesta hiperglucémica transitoria en el último trimestre de gestación sobre el peso al nacer y la tasa de crecimiento postnatal de la descendencia

La mayoría de los estudios que investigan los efectos del ambiente materno durante la gestación sobre el embrión y el desarrollo del feto analizan la desnutrición. No obstante, la sobre-nutrición (en nuestra sociedad bien alimentada) durante la gestación es un problema en los humanos y tiene implicaciones en la producción animal en la agricultura.

La evidencia en humanos ha demostrado que el peso y la ganancia de peso de la madre durante el embarazo influyen significativamente sobre el peso del bebé al nacer (Abrams y Laros, 1986; Frentzen *et al.*, 1988; Johnson *et al.*, 1992; Mahony *et al.*, 2007). La macrosomía fetal (fetos grandes para su edad fetal y peso al nacer >4,0 kg) está relacionada con un mayor riesgo de traumatismo perineal materno (Sultan *et al.*, 1994) y un mayor riesgo de traumatismo en el bebé (Geary *et al.*, 1995; Ecker *et al.*, 1997). Además, los estudios han descubierto que los bebés nacidos en el extremo más alto de la distribución por peso tenían un mayor riesgo de obesidad en la infancia, la adolescencia y la edad adulta, en comparación con los bebés de tamaño normal (Eriksson *et al.*, 2003; Baird *et al.*, 2005). En los humanos, la

fuente de glucosa materna o se origina en el hígado materno, o viene de la dieta de la madre. Se cree que las concentraciones altas de glucosa maternas aumentan la ganancia de peso de la madre y provocan el sobrecrecimiento feto-placentario, así como un mayor riesgo de macrosomía fetal; mientras que las dietas bajas en glucemia de la madre dan lugar a una ganancia de peso normal en la madre y producen bebés con pesos al nacer entre los percentiles 25 y 50 (Clapp, 2002). Además, existe una relación entre las concentraciones elevadas de glucosa de la madre durante el embarazo (por debajo de los niveles de diagnóstico de la diabetes) y un mayor peso al nacer (Metzger *et al.*, 2008). Teniendo en cuenta las evidencias anteriores, es evidente que existe una necesidad de controlar el nivel de consumo de glucosa durante la gestación para ayudar a reducir la incidencia de traumatismos maternales y fetales al parto, así como para reducir el riesgo de enfermedades en los adultos relacionadas con la obesidad más adelante en la vida adulta.

El consumo de dietas de alto índice glucémico aumenta los picos de glucosa postprandiales, así como los niveles de glucosa en ayunas, en comparación con las dietas bajas en glucosa (Moses *et al.*, 2006). Además, la variedad del estilo de vida significa que las mujeres embarazadas en el mundo desarrollado consumen, a menudo, aperitivos altos en glucosa entre las comidas que aumentan las concentraciones circulantes de glucosa e insulina, temporal, pero drásticamente. No se ha estudiado el efecto de este tipo de dieta, que causa elevaciones temporales en las concentraciones de glucosa, sobre el desarrollo del feto.

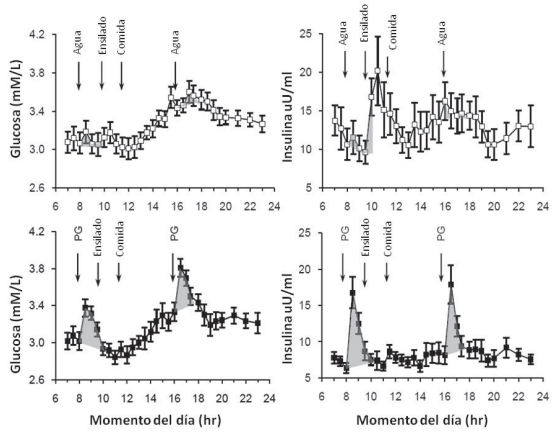


Figura 3. Concentraciones de glucosa e insulina en el Día 109 de gestación de ovejas que recibieron propilenglicol (n=12) o agua (n=12) diariamente desde el Día 98 de gestación. Las ovejas recibieron 100 ml de propilenglicol (PG) o de agua (control) a las 08:00 y a las 16:00. El ensilado de hierba se administraba *ad libitum* y se reponía como se muestra; y una comida concentrada se daba como se muestra. La respuesta al propilenglicol o al agua se calculó como AUC en las 2 horas siguientes a la administración (zona sombreada). Glucosa (8:00 horas, p=0,002; 16:00 horas, p=0,006) e insulina (8:00 horas, p=0,006; 16:00 horas, p=0,006). La respuesta AUC de las ovejas alimentadas con propilenglicol fue significativamente mayor en comparación con la de las ovejas que recibieron agua (Smith *et al.*, 2009)

Sobre esta base, realizamos un estudio para investigar las consecuencias de las ingestas capaces de producir hiperglucemias intermitentes transitorias durante el último trimestre de gestación sobre el tamaño neonatal y el crecimiento postnatal en un modelo de ovejas. Para conseguir este objetivo, estudiamos los corderos nacidos de ovejas que recibieron una dosis oral hiperglucemiante dos veces al día diariamente de propilenglicol o de agua (control) además de sus comidas normales durante el último trimestre de gestación. Descubrimos que las ingestas hiperglucemiantes de corta duración durante la gestación tardía, que causan elevaciones temporales de las concentraciones de glucosa e insulina (análogos a los aperitivos con alimentos de alto índice glucémico) en comparación con las ovejas control (Figura 3), tenían efectos importantes en el aumento del peso al nacer y las tasas de crecimiento postnatal de la descendencia (Tabla 2).

Tabla 2. Características de los corderos nacidos de ovejas alimentadas con 100 ml de propilenglicol o con 100 ml de agua (control) dos veces al día desde el Día 98 de gestación hasta el último (alrededor del Día 147) (Smith *et al.*, 2009)

	Propilenglicol	Agua	Valor *P*
Duración de la gestación (días)	147,9 ± 0,2 (n=58)	147,6 ± 0,2 (n=63)	*P*=0,192
Peso al nacer (kg)	5,27 ± 0,11 (n=70)	5,01 ± 0,01 (n=80)	*P*=0,032
Glucosa al nacer (mM/L)	3,88 ± 0,29 (n=61)	2,87 ± 0,17 (n=76)	*P*=0,001
IGF-I al nacer (pg/ml)	629,8 ± 122,6 (n=70)	774,8 ± 172,4 (n=80)	*P*=0,253
Tasa de crecimiento de 0 a 6 semanas (kg/día)	0,36 ± 0,09 (n=55)	0,33 ± 0,01 (n=55)	*P*=0,036
Tasa de crecimiento de 0 a 12 semanas (kg/día)	0,31 ± 0,01 (n=51)	0,29 ± 0,01 (n=60)	*P*=0,002
Edad al sacrificio (Días)	166,0 ± 6,75 (n=35)	183,4 ± 7,02 (n=36)	*P*=0,039
Peso canal (kg)	20,6 ± 0,28 (n=35)	20,0 ± 0,26 (n=36)	*P*=0,148

Hemos llegado a la conclusión de que nuestro modelo animal es relevante para la investigación de los efectos de la hiperglucemia materna transitoria sobre el desarrollo y la salud de la descendencia. En el contexto de la salud humana, la alteración de la fuente y los patrones de ingesta de carbohidratos en la dieta materna será útil para el cuidado de los embarazos con riesgo de sobrecrecimiento fetal y de traumas en el parto, y para la prevención pósterior de la obesidad infantil. Sin embargo, en el contexto de producción animal, la manipulación de la nutrición al final de la gestación es una herramienta útil para maximizar el tamaño de los recién nacidos (terneros y corderos, concretamente), ya que tiene consecuencias importantes sobre la edad de pubertad y/o la edad a la que el animal puede ir al matadero.

Conclusión

Es bien sabido que el ambiente materno durante la gestación afecta al embrión y al desarrollo fetal. Aquí he resumido los hallazgos de dos estudios en los que el número de folículos ováricos de la descendencia se vio influido por la nutrición reducida de la madre durante el primer trimestre en el ganado; y de un estudio en el que el crecimiento fetal y postnatal aumentó gracias a elevaciones transitorias de glucosa (e insulina) administradas dos veces al día diariamente en ovejas. El reto para la medicina humana y los sistemas de producción animal es, ahora, comprender el mecanismo por el que el ambiente materno influye sobre el desarrollo de la descendencia y, con mayor urgencia, recomendar dietas que tengan un impacto positivo sobre la salud, el desarrollo y el bienestar de la descendencia.

Agradecimientos

El autor agradece a la Fundación Científica de Irlanda (07/SRC/B1156) y al Departamento de Agricultura, Alimentación y Marina de Irlanda (RSF 06328) la financiación para apoyar su investigación.

Referencias

Abrams, B.F., Laros, R.K., Jr., 1986. Prepregnancy weight, weight gain, and birth weight. The American Journal of Obsterics and Gynecology 154, 503-509.

Aerts, J.M., Bols, P.E., 2010. Ovarian follicular dynamics: a review with emphasis on the bovine species. Part I: Folliculogenesis and pre-antral follicle development. Reprod. Domest. Anim. 45, 171-179.

Alvarez, P., Spicer, L.J., Chase, C.C., Jr., Payton, M.E., Hamilton, T.D., Stewart, R.E., Hammond, A.C., Olson, T.A., Wettemann, R.P., 2000. Ovarian and endocrine characteristics during an estrous cycle in Angus, Brahman, and Senepol cows in a subtropical environment. J. Anim. Sci. 78, 1291-1302.

Baird, J., Fisher, D., Lucas, P., Kleijnen, J., Roberts, H., Law, C., 2005. Being big or growing fast: systematic review of size and growth in infancy and later obesity. BMJ (Clinical research ed 331, 929.

Barker, D.J., 1992. The effect of nutrition of the fetus and neonate on cardiovascular disease in adult life. Proceedings of the Nutrition Society 51, 135-144.

Beckers, N.G.M., Macklon, N.S., Eijkemans, M.J.C., Fauser, B.C.J.M., 2002. Women with regular menstrual cycles and a poor response to ovarian hyperstimulation for in vitro fertilization exhibit follicular phase characteristics suggestive of ovarian aging. Fertility and sterility 78, 291-297.

Binelli, M., Murphy, B.D., 2010. Coordinated regulation of follicle development by germ and somatic cells. Reprod. Fertil. Dev. 22, 1-12.

Block, E., 1952. Quantitative morphological investigation of the follicular systen in women. Acta Anat 14, 108-123.

Buratini, J., Jr., Price, C.A., Visintin, J.A., Bo, G.A., 2000. Effects of dominant follicle aspiration and treatment with recombinant bovine somatotropin (BST) on ovarian follicular development in nelore (Bos indicus) heifers. Theriogenology 54, 421-431.

Burns, D.S., Jimenez-Krassel, F., Ireland, J.L., Knight, P.G., Ireland, J.J., 2005. Numbers of antral follicles during follicular waves in cattle: evidence for high variation among animals, very high repeatability in individuals, and an inverse association with serum follicle-stimulating hormone concentrations. Biology of Reproduction 73, 54-62.

Caraviello, D.Z., Weigel, K.A., Shook, G.E., Ruegg, P.L., 2005. Assessment of the impact of somatic cell count on functional longevity in holstein and Jersey cattle using survival analysis methodology. J. Dairy. Sci. 88, 804-811.

Clapp, J.F., 3rd, 2002. Maternal carbohydrate intake and pregnancy outcome. Proceedings of the Nutrition Society 61, 45-50.

Cushman, R.A., Allan, M.F., Kuehn, L.A., Snelling, W.M., Cupp, A.S., Freetly, H.C., 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. Journal of Animal Science 87, 1971-1980.

Cushman, R.A., DeSouza, J.C., Hedgpeth, V.S., Britt, J.H., 1999. Superovulatory response of one ovary is related to the micro- and macroscopic population of follicles in the contralateral ovary of the cow. Biology of Reproduction 60, 349-354.

Ecker, J.L., Greenberg, J.A., Norwitz, E.R., Nadel, A.S., Repke, J.T., 1997. Birth weight as a predictor of brachial plexus injury. Obstetrics and Gynecology 89, 643-647.

Erickson, B.H., 1966a. Development and radio-response of the prenatal bovine ovary. Journal of Reproduction and Fertility 11, 97-105.

Erickson, B.H., 1966b. Development and senescence of the postnatal bovine ovary. Journal of Animal Science 25, 800-805.

Eriksson, J., Forsen, T., Osmond, C., Barker, D., 2003. Obesity from cradle to grave. International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders 27, 722-727.

Faddy, M.J., Gosden, R.G., 1996. A model conforming the decline in follicle numbers to the age of menopause in women. Hum. Reprod. 11, 1484-1486.

Fayad, T., Levesque, V., Sirois, J., Silversides, D.W., Lussier, J.G., 2004. Gene expression profiling of differentially expressed genes in granulosa cells of bovine dominant follicles using suppression subtractive hybridization. Biology of Reproduction 70, 523-533.

Frentzen, B., Dimperio, D., Cruz, A., 1988. Maternal weight gain:effect on infant birth weight among overweight and average-weight low-income women. American journal of obstetrics and gynecology 159, 1114-1117.

Geary, M., McParland, P., Johnson, H., Stronge, J., 1995. Shoulder dystocia—is it predictable? European journal of obstetrics, gynecology, and reproductive biology 62, 15-18.

Gimenes, L.U., Fantinato Neto, P., Arango, J.S.P., Ayres, H., Baruselli, P.S., 2009. Follicular dynamics of Bos indicus, Bos taurus and Bubalus bubalis heifers treated with norgestomet ear implant associated of not to injectable progesterone. Anim. Reprod. 6, 256.

Ginther, O.J., Wiltbank, M.C., Fricke, P.M., Gibbons, J.R., Kot, K., 1996. Selection of the dominant follicle in cattle. Biol. Reprod. 55, 1187-1194.

Hales, C.N., Barker, D.J., 2001. The thrifty phenotype hypothesis. British medical bulletin 60, 5-20.

Hunter, J., 1787. An experiment to determine the effect of extirpating one ovarium upon the number of young produced. Philosophical Transactions of the Royal Society of London 77, 233-239.

Ireland, J.J., Scheetz, D., Jimenez, F., Folger, J.K., Smith, G.W., Mossa, F., Evans, A.C.O., 2010. Evidence that mammary gland infection/injury during pregnancy in dairy cows may have a negative impact on size of the ovarian reserve in their daughters 43rd Annual Meeting for the Society for Study of Reproduction, Milwaukee, WI.

Ireland, J.J., Ward, F., Jimenez-Krassel, F., Ireland, J.L., Smith, G.W., Lonergan, P., Evans, A.C.O., 2007. Follicle numbers are highly repeatable within individual animals but are inversely correlated with FSH concentrations and the proportion of good-quality embryos after ovarian stimulation in cattle. Human reproduction (Oxford, England) 22, 1687-1695.

Ireland, J.J., Zielak, A.E., Jimenez-Krassel, F., Folger, J., Bettegowda, A., Scheetz, D., Walsh, S., Mossa, F., Knight, P.G., Smith, G.W., Lonergan, P., Evans, A.C.O., 2009. Variation in the ovarian reserve is linked to alterations in intrafollicular estradiol production and ovarian biomarkers of follicular differentiation and oocyte quality in cattle. Biol. Reprod. 80 954-964.

Ireland, J.L.H., Scheetz, D., Jimenez-Krassel, F., Themmen, A.P., Ward, F., Lonergan, P., Smith, G.W., Perez, G.I., Evans, A.C., Ireland, J.J., 2008. Antral follicle count reliably predicts number of morphologically healthy oocytes and follicles in ovaries of young adult cattle. Biology of Reproduction 79, 1219-1225.

Jimenez-Krassel, F., Folger, J., Ireland, J.L.H., Smith, G.W., Hou, X., Davis, J.S., Lonergan, P., Evans, A.C.O., Ireland, J.J., 2009a.

Evidence that high variation in ovarian reserves of healthy young adults has a negative impact on the corpus luteum and endometrium during reproductive cycles of single-ovulating species. Biol. Reprod. 80, 1272-1281.

Jimenez-Krassel, F., Folger, J.K., Ireland, J.L., Smith, G.W., Hou, X., Davis, J.S., Lonergan, P., Evans, A.C.O., Ireland, J.J., 2009b. Evidence that High Variation in Ovarian Reserves of Healthy Young Adults Has a Negative Impact on the Corpus Luteum and Endometrium During Estrous Cycles in Cattle. Biology of Reproduction 80, 1272-1281.

Johnson, J.W., Longmate, J.A., Frentzen, B., 1992. Excessive maternal weight and pregnancy outcome. American journal of obstetrics and gynecology 167, 353-370; discussion 370-352.

Kawamata, M., 1994. Relationship between the number of small follicles prior to superovulatory treatment and superovulatory response in holstein cows. Journal of Veterinary Medical Science 56, 965-970.

Kuhn, M.T., Hutchison, J.L., Wiggans, G.R., 2006. Characterization of holstein heifer fertility in the United States. J. Dairy. Sci. 89, 4907-4920.

La Marca, A., Volpe, A., 2006. Anti-Mullerian hormone (AMH) in female reproduction: is measurement of circulating AMH a useful tool? Clinical endocrinology 64, 603-610.

Mahony, R., Foley, M., McAuliffe, F., O'Herlihy, C., 2007. Maternal weight characteristics influence recurrence of fetal macrosomia in women with normal glucose tolerance. The Australian & New Zealand journal of obstetrics & gynaecology 47, 399-401.

McMillen, I.C., Robinson, J.S., 2005. Developmental origins of the metabolic syndrome: prediction, plasticity, and programming. Physiological Reviews 85, 571-633.

Metzger, B.E., Lowe, L.P., Dyer, A.R., Trimble, E.R., Chaovarindr, U., Coustan, D.R., Hadden, D.R., McCance, D.R., Hod, M., McIntyre, H.D., Oats, J.J., Persson, B., Rogers, M.S., Sacks, D.A., 2008. Hyperglycemia and adverse pregnancy outcomes. The New England journal of medicine 358, 1991-2002.

Moses, R.G., Luebcke, M., Davis, W.S., Coleman, K.J., Tapsell, L.C., Petocz, P., Brand-Miller, J.C., 2006. Effect of a low-glycemic-index diet during pregnancy on obstetric outcomes. The American journal of clinical nutrition 84, 807-812.

Mossa, F., Carter, F., Walsh, S.W., Kenny, D.A., Smith, G.W., Ireland, J.L., Hildebrandt, T.B., Lonergan, P., Ireland, J.J., Evans, A.C., 2013. Maternal undernutrition in cows impairs ovarian and cardiovascular systems in their offspring. Biology of Reproduction 88, 92.

Mossa, F., Jimenez-Krassel, F., Walsh, S., Berry, D.P., Butler, S.T., Folger, J., Smith, G.W., Ireland, J.L., Lonergan, P., Ireland, J.J., Evans, A.C., 2010. Inherent capacity of the pituitary gland to produce gonadotropins is not influenced by the number of ovarian follicles > or = 3 mm in diameter in cattle. Reproduction, Fertility and Development 22, 550-557.

Mossa, F., Kenny, D., Jimenez-Krassel, F., Smith G.W., Berry, D., Butler, S., Fair, T., Lonergan, P., Ireland, J.J., Evans, A.C.O., 2009. Undernutrition of heifers during the first trimester of pregnancy diminishes size of the ovarian reserve in female offspring, 42nd Annual Meeting of the Society for Study of Reproduction, Pittsburg, PA, p. 77.

Mossa, F., Walsh, S.W., Butler, S.T., Berry, D.P., Carter, F., Lonergan, P., Smith, G.W., Ireland, J.J., Evans, A.C., 2012a. Low numbers of ovarian follicles >/=3 mm in diameter are associated with low fertility in dairy cows. Journal of dairy science 95, 2355-2361.

Mossa, F., Walsh, S.W., Butler, S.T., Berry, D.P., Carter, F., Lonergan, P., Smith, G.W., Ireland, J.J., Evans, A.C.O., 2012b. Low numbers of ovarian follicles ≥ 3 mm in diameter are associated with low fertility in dairy cows. J. Dairy. Sci. In Press.

Pepling, M.E., 2006. From primordial germ cell to primordial follicle: mammalian female germ cell development. Genesis 44, 622-632.

Rosen, M.P., 2011. Do oocyte quality and quantity as measured by antral follicle count decline in parallel? Fertil Steril 95, 482-483.

Russe, I., 1983. Oogenesis in cattle and sheep. Bibleotheca Anatomica 24, 77-92.

Sartori, R., Barros, C.M., 2011. Reproductive cycles in Bos indicus cattle. Anim. Reprod. Sci. In press.

Sartori, R., Bastos, M.R., Baruselli, P.S., Gimenes, L.U., Ereno, R.L., Barros, C.M., 2010. Physiological difference and implications the reproductive management of Bos taurus and Bos indicus cattle in a tropical environment, In: Lucy, M.C., Pate, J.L., Smith, M.F., Spencer, T.E. (Eds.), Reproduction in Domestic Runimants VII, Nottingham University Press, Nottingham, pp. 357-375.

Singh, J., Dominguez, M., Jaiswal, R., Adams, G.P., 2004. A simple ultrasound test to predict the superstimulatory response in cattle. Theriogenology 62, 227-243.

Smith, N.A., McAuliffe, F.M., Quinn, K., Lonergan, P., Evans, A.C., 2009. Transient high glycaemic intake in the last trimester of pregnancy increases offspring birthweight and postnatal growth rate in sheep: a randomised control trial. British journal of obstetrics and gynaecology 116, 975-983.

Smitz, J.E., Cortvrindt, R.G., 2002. The earliest stages of folliculogenesis in vitro. Reproduction 123, 185-202.

Styer, A.K., Toth, T.L., 2011. Antral follicle count in clinical practice: building the bridge from ovarian reserve to in vitro fertilization outcome. Fertil Steril 95, 480-481.

Sullivan, T.M., Micke, G.C., Greer, R.M., Irving-Rodgers, H.F., Rodgers, R.J., Perry, V.E., 2009. Dietary manipulation of Bos indicus x heifers during gestation affects the reproductive development of their heifer calves. Reproduction, Fertility and Development 21, 773-784.

Sultan, A.H., Kamm, M.A., Hudson, C.N., Bartram, C.I., 1994. Third degree obstetric anal sphincter tears: risk factors and outcome of primary repair. BMJ (Clinical research ed 308, 887-891.

Tanaka, Y., Nakada, K., Moriyoshi, M., Sawamukai, Y., 2001. Appearance and number of follicles and change in the concentration of serum FSH in female bovine fetuses. Reproduction 121, 777-782.

Taneja, M., Bols, P.E., Van de Velde, A., Ju, J.C., Schreiber, D., Tripp, M.W., Levine, H., Echelard, Y., Riesen, J., Yang, X., 2000. Developmental competence of juvenile calf oocytes in vitro and in vivo: influence of donor animal variation and repeated gonadotropin stimulation. Biology of Reproduction 62, 206-213.

te Velde, E.R., Pearson, P.L., 2002. The variability of female reproductive ageing. Human reproduction update 8, 141-154.

Walsh, S.W., Mossa, F., Butler, S.T., Berry, D.P., Scheetz, D., Jimenez-Krassel, F., Tempelman, R.J., Carter, F., Lonergan, P., Evans, A.C., Ireland, J.J., 2014. Heritability and impact of environmental effects during pregnancy on antral follicle count in cattle. Journal of dairy science 97, 4503-4511.

Webb, R., Campbell, B.K., 2007. Development of the dominant follicle: mechanisms of selection and maintenance of oocyte quality. Society of Reproduction and Fertility Supplement 64, 141-163.

Yang, M.Y., Fortune, J.E., 2008. The capacity of primordial follicles in fetal bovine ovaries to initiate growth in vitro develops during mid-gestation and is associated with meiotic arrest of oocytes. Biol. Reprod. 78, 1153-1161.

MINIMIZING THE EFFECTS OF IMMUNOSUPPRESSION THROUGH MANAGEMENT AND NUTRITION

Dr. Robert Corbett
DVM, PAS, Dipl ACAN
Dairy Health Consultation
Spring City, Utah, USA

It is a well known fact that the highest number of clinical mastitis cases occurs during the first week of lactation, and that the lactating cow is more likely to develop clinical mastitis during the first three months of lactation than the remainder of the lactating period. There are numerous physical factors that have been suggested to predispose the lactating dairy cow to clinical mastitis. Some of these suggested factors that have been around for many years are cows dripping milk both prior to and after parturition, excessive udder edema resulting in increased incidence of liner slippage during milking, poor letdown and incomplete milkout in first calf heifers, failure of the teat sphincter to close after milking due to edema and hypocalcemia, etc. More recent research has uncovered several nutritional, environmental, physiological and social reasons that directly affect the animal's ability to mount an effective immune response against an invading pathogen. Many of these things that have an adverse effect on the immune system can be minimized through improved nutritional and management procedures on the farm.

During the last ten years there has been much emphasis placed on the importance of managing the transition period from dry cow to lactating cow. A successful transition period determines the overall productivity of the current lactation, including the health of the cow, milk production, and reproductive efficiency. The transition period is also the time that nutritional and management practices can have the biggest impact on the animal's immune system. There is a direct correlation between improved transition period management and a decrease in the probability of acquiring a new clinical case of mastitis, as well as an increased likelihood of the animal overcoming a new intramammary infection because of a better functioning immune system.

One of the most important factors is to make sure that all animals are in the close-up dry pen for a minimum of three weeks. This ration is designed to provide the nutrition necessary to prepare the animal for the upcoming lactation, minimize metabolic disease, and supply the fetus with the nutrients required for the rapid growth it experiences during the last few weeks prior to birth. Most computer programs can be easily set up to monitor the number of days each animal is in the close-up dry pen. If not currently doing this, most dairymen are surprised to find out how many animals do not receive adequate time in this pen. If the dairy does not have a program in place where the heifers are pregnancy tested and accurate conception dates established, a significant number of the first calf heifers freshen with very little time in the close-up pen. The following chart is a summary of data collected from five of my clients representing 13,000 cows (figure 1).

These dairies were located from Idaho to New Mexico but were all consistent in their results. Animals summarized in this data set gave approximately 1,000 lbs more milk for every additional week they were in the close-up pen.

In today's larger dairies, it has become very commonplace for the transition cow to be moved five or more times during this period. Each of these moves requires a social adjustment where the animals have to reestablish the order of dominance. This almost always results in a decrease in dry matter intake in an animal that is already decreasing intake as she approaches parturition.

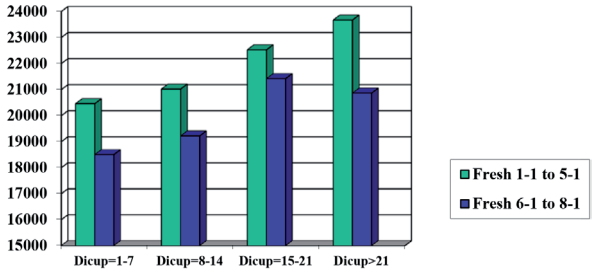


Figure 1

If possible, minimizing pen moves will result in less stress on the animal and help maintain dry matter intake during this critical period. On larger dairies it is also possible to separate the first calf heifers from the multiparous cows. This helps maintain the intakes of the heifers on a more consistent basis.

It has been shown that there is a direct correlation between decreased dry matter intake prior to calving and impaired PMN (neutrophil) function both before and after calving (Hammon *et al.*, 2006). This study showed an increase in uterine health disorders due to impaired neutrophil function. These neutrophils are the white blood cells that are the first line of defense in the mammary gland when pathogens gain access to it. Impaired neutrophil function will increase the chances of a mastitis pathogen becoming well established in the mammary tissue, resulting in a new mastitis infection that is difficult to overcome.

A Canadian study looked the social interactions of animals several weeks prior to calving and its effect on post partum metritis (Huzzy *et al.*, 2007). This is the first published research to show that social behavior may play an important role in transition cow health. Animals that were overcrowded in the close-up pen and/or were less dominant had significant decreases in dry matter intake prior to calving. For every 10-minute decrease in average daily feeding time during the week before calving, the animal was 1.72 times more likely to develop a severe case of metritis after calving. For every 1 kg decrease in dry matter intake, the animals were 3 times more likely to develop severe metritis. In the Hammon study, there was a correlation between impaired neutrophil function and the incidence of metritis. One can assume that the increase in severe metritis in this study was also due to an impaired immune response. Once again, a generalized impairment of the immune system will also have an adverse effect on the ability of the animal to mount an effective immune response against an invading mastitis pathogen.

It is evident then, that not having enough time in the close-up pen, overcrowding, increasing the number of social interactions

through multiple pen moves, and mixing older cows with first calf heifers can all have an adverse effect on the animal's immune system, resulting in an increased susceptibility to new mastitis infections.

When animals do not have sufficient energy intake to provide body maintenance requirements, fetal energy requirements, and that required for colostrogenesis and the initiation of lactation, they must mobilize body fat. This is not a very efficient process in the dairy cow, and often results in the deposition of fat in the liver, commonly called fatty liver disease. This conversion of fat into glucose in the liver also results in the production of non-esterified fatty acids (NEFAS). The following graph illustrates that as the plasma NEFA level increases, the ability of the neutrophil to produce myeloperoxidase is decreased (figure 2). Myeloperoxidase is necessary for the neutrophil to effectively destroy bacteria that it has engulfed. Therefore, NEFAS are directly immunosuppressive to the animal.

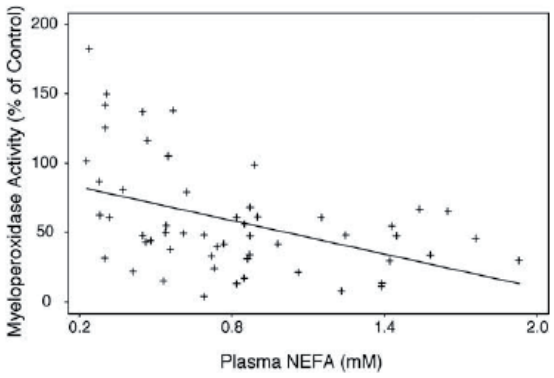


Figure 2

It is a fairly common practice for the veterinarian to collect blood samples from close-up dry cows and have them analyzed for NEFA levels. High NEFA levels are indicative of decreased dry matter intakes in the close-up pen and management changes must be implemented to correct this problem. Once again, since neutrophil function is impaired, animals in the late dry period and early lactation will be susceptible to new mastitis infections.

When the cow approaches the end of her gestation period, the calf secretes a high level of cortisol from its adrenal glands. This initiates the cascade of events that leads to parturition. However, cortisol is a highly immunosuppressive agent, and both the cow and the calf are immunosuppressed at the time of parturition. This is the major reason that fresh cows are more susceptible to new mastitis infections. Cortisol is released from the animals' adrenal glands whenever they undergo stress. Stress could be due to any number of reasons such as heat, cold, pen moves, ration changes, overcrowding, decreased dry matter intake, metabolic disease, etc. Therfore, any time that the animal undergoes any type of stress, its' immune system is compromised, and it becomes more susceptible to a new mastitis infection. Any effort that can be made to reduce stress on the dairy cow will result in an improvement in their immune function. It is common to see a reduction in clinical mastitis and/or somatic cell counts when dairies in heat stress areas implement effective heat stress abatement procedures.

Another complicating factor that exists around the time of calving is the difficulty of maintaining a constant level of blood calcium in the cow. The fetus requires a significant amount of calcium for bone development during the last three weeks of gestation. At the same time, the process of colostrogenesis starts approximately five weeks prior to calving. The cow secretes a very large amount of calcium into the colostrum which will always result in a drop in blood calcium level at the time of calving. Clinical and subclinical hypocalcemia is probably the underlying cause of more problems in the fresh cow than anything else. A high percentage of metabolic disease problems as well an impaired immune function are directly correlated to low calcium levels.

In order to minimize the drop in blood calcium levels at parturition, many dairies feed a specially formulated ration that is called a negative dietary cation:anion diet (DCAD). The goal in this diet is to reduce the potassium (K+) and sodium (Na+) levels and increase the chloride (Cl-) and sulfur (S-) levels. This results in a reduction in blood pH which in turn makes the receptor site for parathyroid hormone more efficient. Parathyroid hormone is necessary for the mobilization of calcium from the bones. Improved calcium mobilization makes calcium stores more available at the time of parturition and minimizes the drop in blood calcium.

Calcium is necessary for all muscle contraction in the body. Animals that have clinical hypocalcemia are usually recumbent and show obvious signs of "milk fever". These animals will often die without calcium replacement therapy. However, animals that experience subclinical hypocalcemia have lower than the normal range of calcium in the bloodstream, but usually do not exhibit any observable clinical signs of hypocalcemia. Since muscle contraction is impaired, this often results in failure of the uterus to involute normally following parturition, a slowing down of the entire gastro-intestinal tract, and an increase in the incidence of displaced abomasum. It is interesting to note that animals with hypocalcemia have blood cortisol levels that are approximately twice as high as animals with subclinical hypocalcemia, and three times higher than animals that are normal at the time of calving (Horst and Jorgensen, 1982). These higher levels of blood cortisol result in a more severe level of immunosuppression at the time of calving, making the animal much more susceptible to infectious diseases including mastitis.

The slowing down of the gastro-intestinal tract often results in decreased dry matter intake. This causes the animal to be in a more severe state of negative energy balance early in lactation. The immune system requires a great deal of both energy and protein in order to function properly. Animals in severe negative energy balance do not have the ability to respond to invading pathogens as effectively as others, and often experience problems with infectious disease early in lactation. The decreased dry matter intake also predisposes the animal to developing problems either with clinical or subclinical ketosis, which will be discussed later.

More recent research has revealed that calcium is also an integral part of the immune system and is involved in intracellular signaling factors of white blood cells (Kimura *et al.*, 2006). It has been called the "second messenger" of the immune system, and the white blood cells of animals with hypocalcemia have a reduced ability to respond to invading pathogens. Fortunately, this impairment can be rapidly restored with proper calcium therapy. The importance of calcium's direct involvement in the immune system is not well known and is often not considered as one of the problems resulting from subclinical or clinical hypocalcemia.

It is evident that calcium metabolism during the transition period affects the ability of the animals' immune system to respond successfully to invading pathogens in numerous ways. Every effort needs to be made both from a nutritional and management standpoint to minimize the drop of blood calcium levels around the time of parturition. This effort will be well-rewarded with a decrease in both metabolic disease and infectious disease.

Ketosis is another metabolic disease that has an adverse effect on the immune system. Any time that the blood glucose level drops to a point where the necessary energy required for cell metabolism is not met, the body starts mobilizing fat stores for energy. This

fat is metabolized into glucose in the liver. During this process, metabolites called ketone bodies are produced. The three most common ketone bodies are acetoacetic acid, acetone, and beta hydroxybutyric acid (BHBA). The most predominant ketone is BHBA and is the one most commonly monitored both in humans and animals that are suspects for ketosis.

Ketosis may occur towards the end of the dry period or in the early lactation period, but is most commonly seen during the first two weeks of lactation. Negative energy balance is the underlying cause and results most commonly from decreased dry matter intake. As previously discussed, decreased dry matter intake may result from overcrowding, social interaction, pen moves, feed bunk management, metabolic disease, and infectious disease. Decreased nutrient density in the ration may also result in ketosis when dry matter intake is sufficient. High levels of straw in close-up dry cow diets may predispose animals to ketosis. If ketosis is diagnosed during the first week of lactation, it is most likely due to insufficient energy intake during the close-up dry period. If diagnosed during the second week, it is more likely that the insufficient energy intake occurred after freshening. Cows with hypocalcemia are much more likely to develop ketosis due to a decrease in dry matter intake.

A recently published study has confirmed that BHBA has an adverse effect on neutrophil function in several different ways (Grinberg *et al.*, 2008). When bovine neutrophils were incubated with levels of BHBA similar to that of an animal in ketosis, the phagocytosis of *E. coli* P4 was reduced five-fold. When in the presence of *E. coli* P4, bovine neutrophils also are stimulated to produce DNA "nets" that extrude from the neutrophil, entrapping and destroying the bacteria. When incubated with similar levels of BHBA, this ability is reduced ten-fold. Therefore, the initial response of the immune system in the mammary gland to an invading pathogen is severely compromised in the presence of BHBA. This explains why cows with ketosis are much more susceptible to infectious disease and mastitis. The synthesis of poly (3-hydroxybutyrate) and its degradation to BHBA are very common metabolic pathways in many bacteria, including *E. coli* (Grinberg *et al.*, 2008). This may also be a possible role of BHBA as a microbial virulence factor in bovine mastitis.

Another area of current interest in nutrition is the effect of essential fatty acids on the immune system. Essential fatty acids are directly involved in modulating signaling pathways leading to cytokine production and subsequent activation of cytokine receptors (Hwang, 2000). These signaling molecules are important in the normal function of both T and B lymphocytes. One of the essential fatty acids, linoleic acid, is used to make prostaglandin $F_{2a,}$ which has a proinflammatory influence on neutrophils, helping them to be more effective in fighting pathogens (Staples *et al.*, 2008). A recent study utilizing calcium salts of safflower oil containing 64% linoleic acid in the diet of dairy cows, showed a significant improvement in neutrophil phagocytosis of *E. coli* (Silvestre *et al.*, 2008). This study also showed a significant increase in the cytokines L-selectin and tumor necrosis factor alpha, as well as an increase in the production of acute phase proteins haptoglobin and fibrinogen in the liver.

The CPM ration formulation software currently contains a fat submodel that allows the nutritionist to utilize information on the amounts of essential fatty acids contained in the ration, and rations can be adjusted to provide these nutrients in the recommended amounts to help optimize the immune system, improve fatty acid metabolism and rumen efficiency, and have a positive effect on reproductive performance.

As previously mentioned, the immunosuppressive hormone cortisol is released during stress. It is very common to see major outbreaks of mastitis during times of severe environmental stress, at any point during the lactation. Cow comfort plays an important role in lowering somatic cell counts and minimizing the incidence of clinical mastitis. Submissive cows in overcrowded pens are also more likely to develop clinical disease. Minimizing pen movements and good feed bunk management will help maintain dry matter intakes in all lactating cows.

The transition period of the dairy cow is by far the most important window of opportunity that the dairyman has to maximize the overall profitability of the dairy cow. Paying close attention to ration formulation, palatability, stocking density, pen movements, feed bunk management, cow comfort, and the calm handling of animals during the transition is paramount in minimizing the amount of immunosuppression that occurs during this critical time period. Close observation of the fresh cow and early detection of both metabolic and infectious disease followed by prompt therapy will miminize the stress on these animals and result in a more effective immune response in fresh cows. The incidence of both clinical and subclinical mastitis can be greatly reduced by combining these nutritional and management procedures with the common mastitis prevention practices recommended by the National Mastitis Council. Improving the ability of the animal to mount an effective immune response against an invading pathogen, is an important part of an effective mastitis control program.

References

Grinberg, N., S. Elazar, I. Rosenshine, and N.Y. Shpigel. 2008. Beta Hydroxybutyrate Abrogates Formation of Bovine Neutrophil Extracellular Traps and Bacterial Activity against Mammary Pathogenic *Escherichia coli.* Infection and Immunity, Vol. 76, No. 6, pp 2802-2807.

Hammon, D.S., I.M. Evjen, T.R. Dhiman, J.P. Goff, and J.L. Walters. 2006. Neutrophil Function and Energy Status in Holstein Cows with Uterine Health Disorders. Veterinary Immunology and Immunopathology, 113:21-29.

Horst, R.L., and N.A. Jorgensen. 1982. Elevated plasma cortisol during induced and spontaneous hypocalcemia in ruminants. J. Dairy Sci. 65:2332-2337.

Huzzey, J.M., D.M. Veira, D.M. Weary, and M.A.G. von Keyserlingk. 2007. Prepartum Behavior and Dry Matter Intake Identify Dairy Cows at Risk for Metritis. J.Dairy Sci. 90:3220-3233.

Hwang, D. 2000. Fatty Acids and Immune Responses–A New Perspective on Searching for Clues to Mechanism. Annu. Rev. Nutr. 20:431-456.

Kimura, K., T.A. Reinhardt, and J.P. Goff. 2006. Parturition and Hypocalcemia Blunts Calcium Signals in Immune Cells of Dairy Cattle. J. Dairy Sci. 89:2588-2595.

Silvestre, F. T., T.S.M. Carvalho, C. Crawford, J.E.P. Santos, C.R. Staples, and W.W. Thatcher. 2008. Effects of differential supplementation of calcium salts of fatty acids (CSFAs) to lactating dairy cows on plasma acute phase proteins and leukocyte responses: phagocytic and oxidative burst, CD62L and CD18 expression and cytokine production. Soc. Study Repro. (Abstr.)

Staples, C.R., J.E.P. Santos, and W.W. Thatcher. 2008. Lipid-Fatty Acid Supplements and Reproduction/Health Implications. Proceedings DCRC, pp 53-61.

TRADUCCIÓN AL CASTELLANO ▼

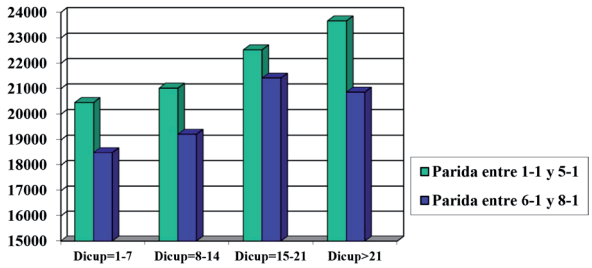
Cómo minimizar los efectos de la inmunodepresión a través del manejo y la nutrición

Robert Corbett DVM, PAS, Dipl ACAN
Consultor en Sanidad del Ganado Lechero
Spring City, Utah, EE.UU.

Es un hecho conocido que el mayor número de casos de mastitis clínica se da durante la primera semana de lactación y que la vaca lactante tiene más probabilidades de desarrollar mastitis clínica durante los tres primeros meses de lactación que en el resto del periodo de lactación. Hay muchos factores físicos que parecen predisponer a la vaca lechera lactante a desarrollar mastitis. Algunos de estos factores sugeridos desde hace tiempo, son: vacas que pierden leche tanto antes como después del parto, edema de ubre excesivo que da lugar a una mayor incidencia de deslizamiento de la pezonera durante el ordeño, mala secreción y vaciado incompleto de la ubre en primíparas, fallo del esfínter del pezón a la hora de cerrarse después del ordeño debido a un edema e hipocalcemia, etc. Investigaciones más recientes han descubierto varias razones nutricionales, medioambientales, fisiológicas y sociales que afectan directamente a la capacidad del animal para construir una respuesta inmune efectiva contra patógenos invasores. Muchos de estos elementos, que tienen efectos adversos sobre el sistema inmunológico, pueden minimizarse mediante la mejora del manejo nutricional y de la granja.

Durante los últimos diez años se ha hecho mucho hincapié en la importancia del manejo del periodo de transición entre el periodo seco y de lactación. Un periodo de transición exitoso determina la productividad general de la lactación siguiente, incluyendo la salud de la vaca, la producción de leche y la eficiencia reproductiva. El periodo de transición es también el momento en el que el manejo general y nutricional tiene mayor impacto sobre el sistema inmune del animal. Existe una correlación directa entre la mejora del manejo durante el periodo de transición y la disminución de la probabilidad de tener un nuevo caso clínico de mastitis, así como el aumento en la probabilidad de que el animal supere una nueva infección intramamaria debido a un mejor funcionamiento del sistema inmune.

Uno de los factores más importantes es asegurarse de que todos los animales estén en un parque de secas durante, al menos, tres semanas con una ración diseñada para proporcionar la nutrición necesaria para preparar al animal para la lactación, minimizar las enfermedades metabólicas y suministrar al feto los nutrientes necesarios para el crecimiento exponencial que experimenta durante las últimas semanas previas al parto. La mayoría de los programas informáticos se pueden configurar fácilmente para monitorizar el número de días en los que cada animal se encuentra en el parque de secas. Si no se está haciendo esto ya, la mayor parte de los productores de leche se sorprenden al descubrir cuántos animales no permanecen el tiempo necesario en este parque. Si la explotación no tiene un programa en el que a las novillas se les haga diagnóstico de gestación y que establezca unas fechas de concepción precisas, un número significativo de primíparas paren habiendo estado demasiado poco tiempo en este parque de preparación. La gráfica 1 es un resumen de los datos recogidos de cinco de mis clientes, representando 13.000 vacas:Gráfica 1: producción en libras de vacas según la cantidad de días que pasaban en el parque de secas (Dicup)



Gráfica 1. Producción en libras de vacas según la cantidad de días que pasaban en el parque de secas (Dicup)

Estas granjas se encuentran desde Idaho hasta Nuevo México, pero todas fueron consistentes en sus resultados. Los animales recogidos en este conjunto de datos dieron aproximadamente 1.000 libras más de leche por cada semana adicional que habían estado en el parque de vacas secas próximas al parto.

Hoy en día, en las explotaciones lecheras grandes se ha hecho muy habitual que la vaca en transición se mueva cinco o más veces de parque durante este periodo. Cada uno de estos movimientos requiere un ajuste social en el que los animales tienen que restablecer el orden de dominancia. Esto, casi siempre, da lugar a una disminución en el consumo de materia seca en un animal que ya está reduciendo la ingesta a medida que se aproxima al parto. Si es posible, se deben minimizar los movimientos de parquees ya que se consigue un menor estrés en el animal y ayuda a mantener la ingesta de materia seca durante este periodo crítico. En las explotaciones lecheras grandes, también es conveniente separar las primíparas de las vacas multíparas. Esto ayuda a mantener la ingesta de las primíparas de manera más consistente.

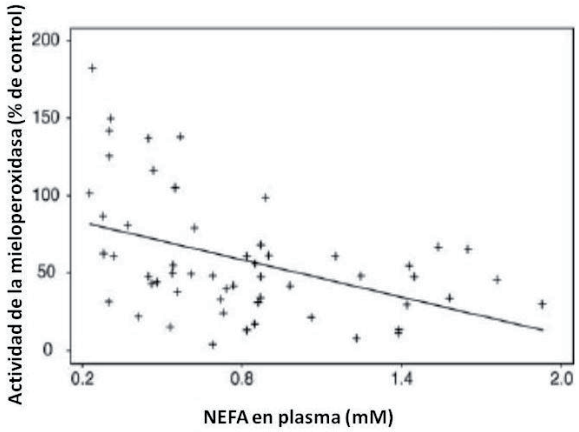
Se ha demostrado que existe una correlación directa entre la reducción de la ingesta de materia seca antes del parto y el deterioro de la función de los PMN (polimorfonucleares neutrófilos) tanto antes como después del parto (Hammon *et al.*, 2006). Este estudio mostró un aumento en los problemas de salud uterinos debido a la disminución de la función neutrófila. Estos neutrófilos son los glóbulos blancos que están en primera línea de defensa en la glándula mamaria cuando los patógenos acceden a ella. La reducción de la función neutrófila aumentará las probabilidades de que un patógeno se establezca en el tejido mamario dando lugar a una nueva infección de mastitis que es difícil de superar.

Un estudio canadiense observó las interacciones sociales de los animales durante varias semanas previas al parto y su efecto sobre la metritis postparto (Huzzy *et al.*, 2007). Ésta fue la primera investigación publicada que mostraba que la conducta social podía tener un papel importante en la salud de la vaca en transición. Los animales que estaban hacinados en el parque de vacas secas y/o eran menos dominantes redujeron significativamente su ingesta de materia seca antes del parto. Por cada disminución de 10 minutos en el tiempo medio de alimentación diario durante la semana previa al parto, el animal era 1,72 veces más propenso a desarrollar un caso grave de metritis después del parto. Por cada reducción de 1 kg en la ingesta de materia seca, los animales tenían una probabilidad 3 veces mayor de desarrollar metritis grave. En el estudio de Hammon, había una correlación entre la disminución de la función de los neutrófilos y la incidencia de metritis. Uno puede asumir que el aumento en metritis grave en este estudio también se debió al deterioro de la respuesta inmune. De nuevo, un deterioro generalizado del sistema inmunológico también tendrá un efecto adverso sobre la capacidad del animal de construir una respuesta inmune contra los patógenos de mastitis.

Entonces, es evidente que no estar el tiempo suficiente en el

parque de vacas secas, el hacinamiento, el aumento del número de interacciones sociales por múltiples movimientos de parque, y la mezcla de vacas adultas con primíparas pueden tener un efecto adverso sobre el sistema inmunológico del animal, dando lugar a una mayor susceptibilidad a nuevas infecciones intramamarias.

Cuando los animales no tienen una ingesta suficiente de energía para proporcionar los requisitos de mantenimiento del cuerpo, las necesidades energéticas del feto y lo necesario para la calostrogénesis y la iniciación de la lactación, deben movilizar la grasa corporal. Este no es un proceso muy efectivo en la vaca lechera y, a menudo, resulta en la deposición de grasa en el hígado, comúnmente denominada *hígado graso*. Esta conversión de grasa en glucosa en el hígado también provoca producción de ácidos grasos no esterificados (NEFA, por sus siglas en inglés). La gráfica 2 muestra que a medida que aumenta el nivel de NEFA en plasma disminuye la capacidad de los neutrófilos de producir mieloperoxidasa. La mieloperoxidasa es necesaria para que los neutrófilos destruyan efectivamente las bacterias. Por tanto, los NEFA son inmunodepresores.



Gráfica 2. Relación entre la actividad de mieloperoxidasa de los PMN (polimorfonucleados neutrófilos) y el nivel plasmático de ácidos grasos insaturados (NEFA, por sus siglas en inglés)

Es una práctica bastante frecuente para el veterinario recoger muestras de sangre de las vacas secas próximas al parto y analizarlas para ver los niveles de NEFA. Un nivel alto de NEFA indica una reducción en la ingesta de materia seca en el parque de vacas secas por lo que se deben implementar cambios en el manejo para corregir este problema. De nuevo, ya que la función neutrófila está deteriorada, los animales en el periodo seco tardío y en la lactación temprana serán susceptibles de tener nuevas infecciones de mastitis.

Cuando la vaca se acerca al final de su periodo de gestación, el ternero segrega un alto nivel de cortisol por sus glándulas adrenales. Esto inicia una cascada de acontecimientos que conducen al parto. Sin embargo, el cortisol es un agente altamente inmunodepresor por lo que tanto la vaca como el ternero están inmunodeprimidos en el momento del parto. Ésta es la principal razón por la que las vacas recién paridas son más susceptibles a nuevas mastitis. El cortisol se libera por parte de las glándulas adrenales del animal siempre que se ven sometidos a estrés. El estrés puede deberse a muchas razones, como calor, frío, movimientos de parque, cambios de ración, hacinamiento, disminución de la ingesta de materia seca, enfermedad metabólica, etc. Por lo tanto, cada vez que el animal se ve sometido a cualquier tipo de estrés, su sistema inmune se ve comprometido y se vuelve más susceptible a nuevas mastitis. Cualquier esfuerzo que se pueda hacer para reducir el estrés en la vaca lechera dará lugar a una mejora de su función inmunitaria. Es frecuente ver una disminución de mastitis clínicas y/o recuento de células somáticas cuando las explotaciones en zonas con estrés por calor implementan procedimientos eficaces de reducción del estrés por calor.

Otro factor de complicación que se produce alrededor del momento del parto es la dificultad de mantener un nivel constante de calcio en sangre en la vaca. El feto necesita una cantidad significativa de calcio para el desarrollo de los huesos durante las tres últimas semanas de gestación. A su vez, el proceso de calostrogénesis comienza aproximadamente cinco semanas antes del parto. La vaca segrega una gran cantidad de calcio en el calostro lo que siempre provoca una bajada del nivel de calcio en sangre en el momento del parto. La hipocalcemia clínica y subclínica es probablemente la causa subyacente de más problemas en la vaca recién parida que cualquier otra cosa. Un alto porcentaje de problemas de enfermedades metabólicas, así como, el deterioro de la función inmune está directamente correlacionado con bajos niveles de calcio.

Con el fin de minimizar la caída en los niveles de calcio en sangre en el momento del parto muchas explotaciones lecheras suministran una ración especialmente formulada, denominada "dieta con balance dietético de cationes-aniones negativo (DCAD, por sus siglas en inglés)". El objetivo de esta dieta es reducir los niveles de potasio (K^+) y sodio (Na^+) y aumentar los niveles de cloro (Cl^-) y azufre (S^-). Esto resulta en la reducción del pH de la sangre que, a su vez, hace más eficiente el lugar receptor de la hormona paratiroidea. La hormona paratiroidea es necesaria para la movilización de calcio desde los huesos. La mejora en la movilización de calcio hace que los depósitos de calcio estén más disponibles en el momento del parto y minimiza la caída de calcio en sangre.

El calcio es necesario para todas las contracciones musculares del cuerpo. Los animales que tienen hipocalcemia clínica normalmente están en decúbito y muestran signos obvios de "fiebre de leche". Estos animales a menudo mueren si no hay tratamiento de reposición de calcio. Sin embargo, los animales que sufren hipocalcemia subclínica tienen un rango más bajo de lo normal de calcio en el torrente sanguíneo, aunque, normalmente, no muestran ningún signo clínico observable de hipocalcemia. Ya que la contracción muscular está alterada, esto a menudo, resulta en la incapacidad del útero de involucionar de forma normal después del parto, ralentización de todo el tracto gastrointestinal y aumento en la incidencia de desplazamiento de abomaso. Es interesante observar que los animales con hipocalcemia tienen unos niveles de cortisol en sangre que son aproximadamente el doble de elevados que los de los animales con hipocalcemia subclínica, y tres veces mayores que los animales que están normales en el momento del parto (Horst and Jorgensen, 1982). Estos niveles más altos de cortisol en sangre dan lugar a niveles más graves de inmunodepresión en el momento del parto, haciendo que el animal sea mucho más susceptible a contraer enfermedades infecciosas, incluyendo mastitis.

La ralentización del tracto gastrointestinal a menudo provoca una disminución en la ingesta de materia seca. Esto causa que el animal esté en agrave aún más el balance negativo de energía en momentos iniciales de la lactación. El sistema inmune necesita una gran cantidad, tanto de energía, como de proteína para funcionar correctamente. Los animales con un balance de energía negativo grave no tienen una capacidad de responder a los patógenos invasores tan efectiva como los demás y, a menudo, adquieren enfermedades infecciosas en la lactación temprana. La reducción en la ingesta de materia seca también predispone al animal a desarrollar problemas de cetosis clínica o subclínica, que se abordarán más adelante.

Investigaciones recientes han revelado que el calcio también es una parte integral del sistema inmunitario y está implicado en los factores de señalización intracelular de los glóbulos blancos (Kimura *et al.*, 2006). Se le ha llamado "segundo mensajero" del sistema inmune y los glóbulos blancos de los animales con hipocalcemia tienen una menor capacidad de responder a los patógenos invasores. Afortunadamente, esta alteración puede restaurarse rápidamente con un tratamiento apropiado de calcio. Sin embargo, no se conoce muy bien la importancia de la implicación directa del calcio en el sistema inmune y, a menudo, no se considera como uno de los problemas resultantes de la hipocalcemia subclínica o clínica.

Es evidente que el metabolismo del calcio durante el periodo de transición afecta a la capacidad del sistema inmunológico del animal de responder de forma exitosa a los patógenos invasores de varias maneras. Cada esfuerzo debe hacerse, tanto desde el punto de vista nutricional, como del manejo para minimizar la caída de los niveles de calcio en sangre alrededor del momento del parto. Este esfuerzo se verá bien recompensado con una disminución tanto de enfermedades metabólicas como de enfermedades infecciosas.

La cetosis es otra enfermedad metabólica que tiene efectos adversos sobre el sistema inmune. Cada vez que el nivel de glucosa en sangre desciende hasta un punto en el que no se alcanza la energía necesaria requerida para el metabolismo celular, el cuerpo empieza a movilizar las reservas de grasa para conseguir energía. Esta grasa se metaboliza en glucosa en el hígado. Durante este proceso, se producen metabolitos, denominados cuerpos cetónicos. Los cuerpos cetónicos más comunes son el ácido acetoacético, la acetona y el ácido β-hidroxibutírico (βHBA, por sus siglas en inglés). El cuerpo cetónico más predominante es el βHBA y es uno de los más frecuentemente supervisados, tanto en humana como en animales sospechosos de cetosis.

La cetosis se puede producir alrededor del final del periodo seco o en el periodo de lactación temprana, pero se ve con mayor frecuencia durante las dos primeras semanas de lactación. El balance de energía negativo es la causa subyacente y viene normalmente de una reducción en la ingesta de materia seca. Como se ha mencionado con anterioridad, la disminución en la ingesta de materia seca puede ser consecuencia de hacinamiento, interacción social, movimientos de parque, manejo nutricional, enfermedades metabólicas y enfermedades infecciosas. Una reducción en la densidad de nutrientes de la ración también puede provocar cetosis cuando la ingesta de materia seca es suficiente. Un elevado nivel de paja en la dieta de secas puede predisponer al animal a sufrir cetosis. Si la cetosis se diagnostica durante la primera semana de lactación, probablemente se deba a una ingesta de energía insuficiente durante el periodo seco próximo al parto. Si se diagnostica durante la segunda semana, probablemente la ingesta insuficiente de energía se produjo después del parto. Las vacas con hipocalcemia son mucho más propensas a desarrollar cetosis debido a una disminución en la ingesta de materia seca.

Un estudio recientemente publicado ha confirmado que el βHBA tiene un efecto adverso sobre la función neutrófila de varias maneras diferentes (Grinberg *et al.*, 2008). Cuando los neutrófilos bovinos se incubaron con niveles de βHBA parecidos a los de un animal con cetosis la fagocitosis de *E. coli* P4 se redujo cinco veces: Los neutrófilos bovinos, normalmente, en presencia de *E. coli* P4, producen "redes" de ADN que salen de los neutrófilos, atrapando y destruyendo las bacterias. Cuando se incubaron con niveles de βHBA parecidos a situación de cetosis, esta capacidad se redujo 10 veces. Por tanto, la respuesta inicial del sistema inmune en la glándula mamaria frente a un patógeno invasor se ve gravemente comprometida en presencia de βHBA. Esto explica por qué las vacas con cetosis son mucho más susceptibles de padecer una enfermedad infecciosa y mastitis. La síntesis de poli (3-hidroxibutirato) y su degradación en βHBA es muy común en las rutas metabólicas de muchas bacterias, incluida *E. coli* (Grinberg *et al.*, 2008). Éste también puede ser un posible papel del βHBA como factor de virulencia microbiana en la mastitis bovina.

Otra área de interés actual en nutrición es el efecto de los ácidos grasos esenciales sobre el sistema inmunitario. Los ácidos grasos esenciales están directamente implicados en la modulación de las rutas de señalización que llevan a la producción de citoquinas y a la activación consiguiente de los receptores de citoquinas (Hwang, 2000). Estas moléculas de señalización son importantes en la función normal de los linfocitos T y B. Uno de los ácidos grasos esenciales, el ácido linoleico, se utiliza para hacer prostaglandina $F_{2\alpha}$, que tiene una influencia proinflamatoria sobre los neutrófilos, ayudándolos a ser más eficientes en la lucha contra los patógenos (Staples *et al.*, 2008). Un estudio reciente que introduce sales de calcio de aceite de cártamo con un 64% de ácido linoleico en la dieta de vacas lecheras, mostró una mejora significativa en la fagocitosis neutrófila frente a *E. coli* (Silvestre *et al.*, 2008). Este estudio también mostró un incremento significativo en las citoquinas L-selectina y de factor de necrosis tumoral α (TNF-α), así como, un aumento en la producción de proteínas de fase aguda haptoglobina y fibrinógeno en el hígado.

El software de formulación de raciones CPM incluye un submodelo de grasas que permite al nutricionista utilizar información sobre las cantidades de ácidos grasos esenciales contenidos en cada ración, pudiéndose ajustar las raciones para proporcionar estos nutrientes en las cantidades recomendadas para ayudar a optimizar el sistema inmunitario, mejorar el metabolismo de los ácidos grasos y la eficiencia del rumen y tener un efecto positivo sobre el rendimiento reproductivo.

Como se ha mencionado anteriormente, la hormona inmunodepresora cortisol se libera con el estrés. Es muy común ver brotes de mastitis en momentos de gran estrés ambiental en cualquier momento de la lactación. El confort de la vaca juega un importante papel en la reducción de los recuentos de células somáticas y en la minimización de la incidencia de mastitis clínica. Las vacas sumisas en parques superpoblados también son más propensas a desarrollar enfermedades clínicas. Minimizar los movimientos de parque y un buen manejo nutricional ayudará a mantener la ingesta de materia seca en todas las vacas lactantes.

El periodo de transición de la vaca lechera es, con diferencia, la oportunidad más importante que tiene el productor lechero de maximizar la rentabilidad general de la vaca lechera. Prestar especial atención a la formulación de las raciones, la palatabilidad, la densidad de población, los movimientos de parque, el manejo del comedero, el bienestar de la vaca y el manejo tranquilo de los animales durante la transición es de suma importancia para minimizar el grado de inmunodepresión que se produce durante este periodo de tiempo tan crítico. La observación minuciosa de la vaca recién parida y la detección temprana, tanto de las enfermedades metabólicas, como de las infecciosas, seguida de un tratamiento rápido reducirá el estrés en estos animales y dará lugar a una respuesta inmune más efectiva en las recién paridas. La incidencia de mastitis clínica y subclínica se puede reducir en gran medida combinando estas pautas de manejo nutricional y general, junto con prácticas habituales de prevención de mastitis, recomendadas por el Consejo Nacional de Mastitis (*National Mastitis Council*). Mejorar la capacidad del animal de construir una respuesta inmune efectiva contra un patógeno invasor es una parte importante de cualquier programa efectivo de control de mastitis.

Referencias

Grinberg, N., S. Elazar, I. Rosenshine, and N.Y. Shpigel. 2008. Beta Hydroxybutyrate Abrogates Formation of Bovine Neutrophil Extracellular Traps and Bacterial Activity against Mammary Pathogenic *Escherichia coli.* Infection and Immunity, Vol. 76, No. 6, pp 2802-2807.

Hammon, D.S., I.M. Evjen, T.R. Dhiman, J.P. Goff, and J.L. Walters. 2006. Neutrophil Function and Energy Status in Holstein Cows with Uterine Health Disorders. Veterinary Immunology and Immunopathology, 113:21-29.

Horst, R.L., and N.A. Jorgensen. 1982. Elevated plasma cortisol during induced and spontaneous hypocalcemia in ruminants. J. Dairy Sci. 65:2332-2337.

Huzzey, J.M., D.M. Veira, D.M. Weary, and M.A.G. von Keyserlingk. 2007. Prepartum Behavior and Dry Matter Intake Identify Dairy Cows at Risk for Metritis. J.Dairy Sci. 90:3220-3233.

Hwang, D. 2000. Fatty Acids and Immune Responses–A New Perspective on Searching for Clues to Mechanism. Annu. Rev. Nutr. 20:431-456.

Kimura, K., T.A. Reinhardt, and J.P. Goff. 2006. Parturition and Hypocalcemia Blunts Calcium Signals in Immune Cells of Dairy Cattle. J. Dairy Sci. 89:2588-2595.

Silvestre, F. T., T.S.M. Carvalho, C. Crawford, J.E.P. Santos, C.R. Staples, and W.W. Thatcher. 2008. Effects of differential supplementation of calcium salts of fatty acids (CSFAs) to lactating dairy cows on plasma acute phase proteins and leukocyte responses: phagocytic and oxidative burst, CD62L and CD18 expression and cytokine production. Soc. Study Repro. (Abstr.)

Staples, C.R., J.E.P. Santos, and W.W. Thatcher. 2008. Lipid-Fatty Acid Supplements and Reproduction/Health Implications. Proceedings DCRC, pp 53-61.

TERNEROS Y CEBO

BIENESTAR EN TERNEROS MAMONES: PROBLEMAS, INDICADORES Y ESTRATEGIAS

Dr. Xavier Manteca
Facultad de Veterinaria - Universidad Autónoma de Barcelona

De acuerdo con el denominado *Principio de las Cinco Libertades* propuesto por el *Farm Animal Welfare Council* en 1992, el bienestar de un animal queda garantizado cuando se cumplen cinco requisitos:

- Ausencia de hambre y sed crónicas
- Ausencia de incomodidad física y térmica
- Ausencia de dolor, enfermedades y lesiones
- Posibilidad de mostrar una conducta normal
- Ausencia de miedo y distrés (es decir, estrés intenso o duradero que sobrepasa la capacidad de adaptación del animal)

En la Tabla 1 se indican algunos de los principales problemas de bienestar en terneros lactantes de acuerdo con el principio de las cinco libertades.

Tabla 1. Principales problemas de bienestar en terneros lactantes de acuerdo con el principio de las cinco libertades

Problema de bienestar	Principio comprometido
Dolor causado por enfermedades y por prácticas de manejo	Ausencia de dolor, enfermedades y lesiones
Estrés por frío	Ausencia de incomodidad física y térmica
Restricción de conducta	Posibilidad de mostrar una conducta normal
Suministro de una cantidad insuficiente de leche	Ausencia de hambre y sed crónicas
Transferencia inadecuada de inmunidad pasiva	Ausencia de dolor, enfermedades y lesiones

Dolor causado por enfermedades y por prácticas de manejo

El dolor se define como una experiencia sensorial y emocional desagradable, asociada a un daño tisular real o potencial. El dolor no sólo constituye un problema de bienestar sino que además puede tener efectos negativos sobre la producción. Esto es debido a que el dolor desencadena una respuesta de estrés que incluye cambios fisiológicos y de comportamiento potencialmente negativos. Así, el estrés causa una disminución del consumo de alimento y puede tener efectos inmunodepresores que aumentan el riesgo de que el animal sufra algunas enfermedades infecciosas.

Los terneros son perfectamente capaces de experimentar dolor desde que nacen. El dolor puede ser consecuencia de enfermedades y lesiones, así como de algunas prácticas de manejo tales como el desmochado, es decir, la destrucción del tejido que dará lugar a los cuernos. Entre las patologías y lesiones que resultan más dolorosas para los terneros destacan las fracturas de patas, la artritis séptica resultante de una infección del cordón umbilical y la neumonía.

El desmochado está justificado desde el punto de vista de la seguridad del personal y del bienestar de los animales, puesto que reduce tanto el riesgo de lesiones como el estrés causado por la competencia y por las peleas entre animales. No obstante, el desmochado sin anestesia y analgesia resulta muy doloroso para el animal, por lo que en la medida de lo posible debería hacerse siempre utilizando anestesia local y analgesia sistémica. Si no es posible administrar anestesia local y analgesia, el desmochado por cauterización es preferible al desmochado químico.

Estrés por frío

De la misma forma que las vacas de leche son muy sensibles al estrés por calor, los terneros son sensibles al frío, especialmente durante las dos primeras semanas de vida. En efecto, debe considerarse la posibilidad de que los terneros de hasta 15 días de edad experimenten estrés por frío si la temperatura ambiental es inferior a los 15ºC. Lógicamente, la humedad y las corrientes de aire aumentan las pérdidas de calor y empeoran por lo tanto los efectos de las bajas temperaturas. Los terneros con diarrea, que tienen parte del cuerpo mojado, son más sensibles al frío que los terneros sanos. Los terneros pierden calor sobre todo por las patas, que tienen una relación superficie:volumen mayor que otras partes del cuerpo. Por esta razón, la mejor manera de reducir el riesgo de estrés por frío es proporcionar a los terneros una cama de paja seca y de la profundidad suficiente para que puedan echarse de modo que sus patas queden totalmente cubiertas por la paja.

Restricción de conducta

Algunos terneros adquieren el hábito de chupar partes del cuerpo de otros terneros, realizando los mismos movimientos que realizarían si estuvieran mamando de la ubre de la vaca. Esta conducta se denomina "*conducta de mamar redirigida*" y su aparición está muy relacionada con la forma de suministro de la leche (cubo o tetina). Cuando el ternero mama de la vaca, cada episodio de amamantamiento dura aproximadamente 6-12 minutos. Por el contrario, un ternero tarda sólo 1 minuto en beber la leche que se le suministra en un cubo. Según parece, el ternero está "programado" para mamar durante unos 10 minutos después de que haya comenzado a ingerir leche. Además, la presencia de leche en la boca del ternero pone en marcha un "programa de comportamiento automático" que "obliga" al ternero a mamar durante unos 10 minutos aproximadamente. Por lo tanto, si el ternero no tiene un pezón o una tetina a su disposición en ese momento, simplemente busca un estímulo alternativo. El riesgo de que un ternero chupe partes del cuerpo de otro ternero es especialmente alto durante los 10-15 minutos después de la toma de leche, por lo que es aconsejable que durante este período de tiempo los terneros permanezcan atados.

La alimentación con tetina ofrece ventajas importantes en comparación con la alimentación con cubo, puesto que al disponer

de una tetina el ternero puede satisfacer su conducta natural de mamar. Además, la alimentación con tetina tiene varias ventajas adicionales. Así, cuando el ternero "mama", aumenta la liberación de varias hormonas, entre ellas la insulina y la colecistoquinina. La insulina favorece la síntesis de proteína y grasa, mientras que la colecistoquinina participa en la digestión, especialmente de las grasas.

Los terneros lactantes pueden alojarse individualmente o en grupo. Cada sistema de alojamiento tiene sus ventajas y sus inconvenientes, que dependen además en parte de cada explotación. No obstante, si se utiliza alojamiento individual, es importante que la anchura del box donde se aloja el ternero sea igual como mínimo a la altura del animal hasta la cruz. En efecto, los terneros –a diferencia de los animales que ya son rumiantes funcionales– descansan a menudo en decúbito lateral con las patas extendidas. Además, los terneros alojados individualmente deben poder mantener contacto táctil y visual con otros terneros, ya que los terneros que se han visto privados de dicho contacto muestran una respuesta de estrés muy pronunciada cuando pósteriormente se juntan con otros individuos.

Suministro de una cantidad suficiente de leche

Tradicionalmente se ha recomendado proporcionar a los terneros una cantidad de leche equivalente al 10% de su peso. Sin embargo, si los terneros mamasen de la vaca consumirían aproximadamente el doble de dicha cantidad. Por otra parte, estudios recientes realizados sobre todo en Canadá indican que suministrar una cantidad de leche diaria equivalente al 20% del peso del ternero tiene varias ventajas desde el punto de vista sanitario, productivo y de bienestar. En efecto, los terneros que reciben una mayor cantidad de leche dan menos muestras de pasar hambre, crecen más deprisa y tienen una menor incidencia de patologías comparados con aquellos que se alimentan según la recomendación tradicional. Además, en el caso de las terneras de recría, parece ser que la producción de leche al menos en la primera lactación es mayor si las terneras han recibido una cantidad de leche equivalente al 20% de su peso.

Transferencia inadecuada de inmunidad pasiva

Hay numerosos estudios que demuestran que la ingestión de una cantidad suficiente de calostro de buena calidad inmediatamente después del nacimiento es el más importante de todos los factores que condicionan la supervivencia y salud de los terneros. Así, por ejemplo, se considera que casi una tercera parte de las bajas de terneros que se producen durante las tres primeras semanas de vida son debidas a una transferencia inadecuada de inmunidad a través del calostro. Además, un estudio realizado en los EEUU demostró que más del 40% de los terneros de entre 24 y 48 horas de vida tienen una concentración plasmática de IgG demasiado baja.

Hay tres aspectos que condicionan la eficacia de la transferencia de inmunidad vía calostro: la calidad del calostro (es decir, la concentración de IgG en el calostro), la cantidad de calostro ingerida por el ternero y la eficacia con que las IgG del calostro son absorbidas en el intestino delgado del ternero.

En general, se considera que un calostro de buena calidad debería tener una concentración de IgG igual o superior a 50 g/l y, sin embargo, la concentración de IgG en diferentes muestras de calostro obtenidas de vacas holstein oscila entre menos de 10 y más de 180g de IgG/l. La calidad del calostro depende de muchos factores, incluyendo el momento en que se obtiene y la vacunación de las vacas antes del parto. La calidad del calostro es máxima inmediatamente después del parto, por lo que idealmente se recomienda obtenerlo durante las dos primeras horas tras el parto y en ningún caso después de transcurridas 6 h. Por otra parte, hay varios estudios que indican que la vacunación de las vacas durante las 3-6 semanas previas al parto resulta en un aumento de la concentración de IgG del calostro frente a numerosos patógenos.

La cantidad óptima de calostro que debería administrarse depende lógicamente de la calidad del mismo, pero en general se recomienda suministrar una primera toma equivalente al 10-12% del peso del ternero.

La absorción de las IgG del calostro por el epitelio intestinal es máxima durante las primeras 4 horas de vida del ternero y disminuye gradualmente a partir de las 6 horas de vida. Por lo tanto, se recomienda suministrar el calostro durante las dos primeras horas tras el nacimiento y en ningún caso más allá de las 6 horas de vida. Varios estudios demuestran que un porcentaje considerable de terneros no ingieren una cantidad suficiente de calostro si se les deja mamar de la vaca; así pues, es aconsejable suministrar el calostro mediante tetina o sonda gástrica. Finalmente, es importante recordar que el estrés por frío disminuye la absorción de IgG en el intestino.

Referencias

Farm Animal Welfare Council (1992) FAWC updates the Five Freedoms *Veterinary Record* 17: 357.

Godden S (2008) Colostrum management for dairy calves *Veterinary Clinics Food Animal Practice* 24: 19-39.

Khan M A, Weary D M and von Keyserlingk M A G (2011) Effects of milk ration on solid feed intake, weaning and performance of dairy heifers *Journal of Dairy Science* 94: 1071-1081.

MESA REDONDA: EMPLEO PRÁCTICO DE PROGRAMAS DE GESTIÓN SANITARIA EN CEBADEROS. DISTINTAS NECESIDADES: DISTINTAS SOLUCIONES

José Joaquín Sánchez
Juan Jimenez, Murcia

En el año 1964, la empresa JUAN JIMÉNEZ GARCÍA S.A.U. comienza a desarrollar su actividad ganadera, dirigiendo su actividad a la cría de engorde porcino y al engorde de ganado vacuno.

Desde el comienzo de su actividad, la empresa ha ido reinvirtiendo sus beneficios en crecimiento y mejoras productivas, que atienden a factores de calidad, de bienestar animal, de bioseguridad y calidad medioambiental, así como en programas de gestión informáticos que hacen que los técnicos puedan disponer de toda la información necesaria a tiempo real.

Nuestro volumen de producción nos obliga a mantener compromisos importantes con las empresas transformadoras y de distribución, así como disponer de programas informáticos con los que podamos gestionar de una forma rápida y eficiente toda la información que se genera. Asimismo, este compromiso nos obliga a una mejora continua con el objetivo de obtener un producto de la máxima calidad y asequible económicamente al consumidor. La necesidad de tener una infraestructura competitiva, productiva y adecuada a las ordenanzas estatales y comunitarias ha originado que la I+D+i esté presente en la empresa desde sus inicios, creándose en 2009 este Departamento.

La realidad actual exige una producción sostenible, económica y medioambiental, mediante el uso de piensos más eficientes y dietas con el máximo aprovechamiento y la menor excreción de fósforo y nitrógeno. Disponemos de tres centros de producción de pienso, siendo en el de Lorca donde se fabrica el pienso de terneros. Las fábricas están dotadas de un alto nivel tecnológico, garantizando en todo momento la calidad del pienso producido. Todo el proceso de producción está sometido a un programa de trazabilidad, que avala la calidad del pienso producido. Contamos con sistema de aseguramiento de la calidad ISO 9001:2008, con el que se asegura una alimentación de máxima calidad para nuestro ganado.

La actividad del engorde de ganado vacuno comienza con el nacimiento de la empresa, si bien con una producción limitada pero con una calidad óptima. Por este motivo se incrementa la demanda sobre nuestro producto y es en los años 90 cuando cobra mayor importancia en la empresa, llegando en la actualidad a disponer de más de 7.000 cabezas de ganado, haciendo unos 12.000 terneros al año.

Nuestra actividad se centra en el engorde de ganado vacuno (pasteros) en explotaciones ubicadas en la región de Murcia. Todos los animales cebados son de razas seleccionadas por su importante actitud cárnica. Es en estas explotaciones donde se realiza el proceso de engorde del ganado vacuno hasta alcanzar el peso óptimo requerido por nuestros clientes. Contamos con unas 20 explotaciones que van desde unas 200 plazas las de menor tamaño, hasta 1.700 plazas la de mayor. En una de las explotaciones, de 1.200 plazas, hacemos alimentación *unifeed*, utilizando diferentes subproductos de la agricultura.

En Juan Jimenez García somos conscientes de que todo aquello que no se puede medir no se puede gestionar, por ello tenemos desarrollado todo un sistema informático de gestión de datos técnicos y sanitarios. El procesado de estos datos comienza cuando se emite un pedido de compra de terneros desde nuestras oficinas centrales al proveedor, en donde se indica el número de animales, las condiciones de la compra, la fecha prevista de entrega y la explotación de destino.

El día de llegada a la explotación se pesan. Los animales que forman cada lote generan un peso medio y una fecha media de entrada (si han entrado en varias veces). A estos lotes se les imputan todos los gastos (amortizaciones, medicaciones, pienso, transporte, ...). A la llegada se hace también un albarán de descarga (fecha, origen, destino, número de lote, peso, transportista, ...) y a continuación se toman los números de los crotales que traen los animales. Cando hay animales para matadero, de igual forma, se pesan todas las cargas con su fecha de salida (generando un peso medio de las cargas: ponderado y una fecha media de salida).

Toda esta información se entrega en las oficinas centrales y es aquí donde se comprueba con los documentos oficiales (guías de origen). Una vez comprobados todos los datos se introducen al sistema informático (lector de DIB). A los lotes, además de lo citado anteriormente, también se le asigna el origen (ganado español, francés, portugués, ...), el proveedor y como ya hemos mencionado, su peso medio de entada. Cada vez que se hace un pedido de pienso también se imputa al lote de la granja correspondiente, así como el consumo de medicamentos y las bajas que se van produciendo durante el engorde.

De forma rutinaria, cada vez que se hace un tratamiento a uno o varios animales enfermos de un lote, se apunta en el libro de tratamientos de la explotación, indicando el lote, el número de cuadra, el DIB, el producto utilizado y los días de tratamiento, pudiendo valorar además así, el porcentaje de recaídas de los tratamientos, en el caso de que las haya.

Una vez que los animales se empiezan a cargar a matadero, se imputan las cargas al lote, indicando la fecha de la carga, el matadero de destino, el número de animales cargados y el peso medio ponderado de los mismos (como ya hemos indicado). En el momento que todos los animales del lote han salido a matadero y se han volcado todos los datos al sistema informático, se cierra el lote.

Una vez cerrado el lote es cuando se puede extraer del sistema informático toda la información relativa al lote en cuestión: I.C.T (consumo de pienso/kg repuesto; este índice de conversión técnico contempla además el peso de las bajas), la estancia (fecha última salida-fecha primera entrada), consumo medio diario, porcentaje de bajas, consumo de pienso del lote, consumo de pienso por cabeza, gasto de medicación por lote y el gasto de medicación por cabeza.

El conocimiento de todos estos datos nos sirve para marcar obje-

tivos técnicos y económicos, que se crean a principio de año conforme a los mejores resultados de años anteriores, lo que hace que podamos mejorar año tras año, de ahí la importancia de la gestión de los datos.

Actualmente estamos trabajando en aplicaciones para teléfonos móviles, ya disponemos de algunas, mediante las cuales podamos consultar todos los datos de la granja desde cualquier lugar, simplemente introduciendo el número de lote de la granja en cuestión en nuestro teléfono.

Los nuevos parámetros que estamos introduciendo en nuestra gestión de datos son el Índice de Conversión Predictivo, que nos hace una estimación de cómo va evolucionando la conversión antes de que se cierre el lote, para poder así predecir pérdidas o enfermedades subclínicas antes de cerrar el lote y el consumo de pienso por cabeza como indicador objetivo de que los animales de un lote se deben comenzar a mandar a matadero.

La gestión de los datos técnicos y sanitarios de nuestras granjas cada vez tiene que tomar mayor importancia, es importante medir todo lo que pretendemos gestionar, ya que los márgenes en producción son cada vez más estrechos y debemos conocer en todo momento cual es nuestro coste de producción del kg de carne, ya que es lo que al final estamos vendiendo a nuestros clientes.

PROGRAMA DE GESTIÓN SANITARIA EN CEBADEROS

Magí Garcia
CAGSA

Descripción de la estructura de empresa

Magí Garcia Pano es veterinario colegiado en Lleida, con ejercicio profesional en Corporació Alimentaria Guissona S.A. desde febrero de 1996. Actualmente Coordinador del sector rumiantes de la empresa (recría y engorde de terneros), del grupo de 4 veterinarios, distribuidos por zonas: Aragón, Lleida, centro de Cataluña y Girona / Barcelona. Magí, en particular, es responsable de la zona de Lleida (7.000 mamones y 8.000 de cebo). La empresa cuenta con 15.820 plazas de recría contratadas y 33.029 plazas de cebo.

Operativa del sistema empleado

En la fase de recría (desde la llegada del mamón hasta los 3 meses) pasamos semanalmente por toda, en la fase de cebo el control ya es mensual. Es el granjero el que administra los productos a los terneros que le marcamos en las visitas. Diariamente los veterinarios anotamos todas las incidencias en el programa informático del Servei de Sanitat Animal de la empresa (jefe veterinario responsable Anton Guasch). En dicho programa introducimos el diagnóstico (sanitario, nutricional, manejo...), el pronóstico del 1 al 4 (siendo 1 leve y 4 grave), el tratamiento prescrito, el nº de bajas, anotamos los animales tratados para su pósterior seguimiento y damos una puntuación del 1 al 3 del manejo del granjero y de sus instalaciones (siendo 1 correcto y 3 a mejorar). En marzo del 2015 se incorporó el sistema de gestión "Tracer" de Zoetis en dos instalaciones,una de recría y otra de cebo.

Beneficios del sistema

Tenemos reuniones periódicas del equipo y una mensual con los Departamentos de Nutrición, Comercial y Matadero. El programa nos permite ver enseguida la aparición de una patología o de un problema concreto ya que tenemos codificados la mayoría de síndromes/procesos. Nos permite ver la evolución de la granja y poder compararla/analizarla con el resto de lotes, por semana, por mes, por año, por resultados, por procedencia del ternero, por cambio de tratamiento... y así poder tomar decisiones.

Evolución

La introducción de los datos es sencilla, lo que más nos falla es la comunicación por parte del granjero de las incidencias: los hay que no avisan de las bajas alegando problemas en la recogida de los cadáveres por el tema de las necropsias, por ejemplo. Uno de los objetivos del equipo veterinario es poder ser más preciso en el diagnóstico, sobre todo en lo referente al tema pulmonar ya que lo englobamos casi todo en la palabra "neumonía". Utilizando mejor el programa y sobretodo el "Tracer" ganaremos en calidad diagnóstica (especificidad).

SANIDAD

CURRENT CONCEPTS FOR BVD CONTROL IN EUROPE

Prof. Dr. Volker Moennig
Institute of Virology, University of Veterinary Medicine, Hannover, Germany

Introduction

Since its first description almost 70 years ago bovine viral diarrhea (BVD) has been gradually recognized to be the economically most important infectious disease of cattle. Acute postnatal infections with BVD virus (BVDV) mostly have a mild or even inapparent course, with rare exceptions like the emergence of highly virulent BVDV-2 variants that kill young and adult cattle. The true economic loss is produced by BVDV interfering with pregnancy. Like all related pestiviruses BVDV can be transmitted to the fetus in pregnant cattle and persistently infected (PI) offspring may generated in those cases, where at time of infection the fetus' adaptive immune system is not yet developed (about 60 to 100 days of pregnancy). In addition the infecting noncytopathic (ncp) BVDV virus is able to modulate the innate immunity, e.g. by suppressing interferon production. The resulting PI calves are immunotolerant against BVDV and they constantly shed large amounts of virus thus representing the most efficient reservoir for the spread of BVDV in the cattle population. The majority of PI animals die within their first two years of life, however, about 10 percent of them survive and may live for years. By several mutations cytopathic (cp) BVDV may arise in PI cattle. These cp viruses destroy the cells in which they replicate, and – since the animals are immunotolerant to their ncp and cpBVDV – extensive damage is produced in tissues lining the digestive tract, e.g. mucosal surfaces and Peyer's patches. This condition was named "mucosal disease" and it is always fatal. In other cases of intrauterine infection malformations, abortions or stillbirths can occur. Early infection around mating or the first few weeks of pregnancy can result in transient infertility.

Control using vaccines

Early attempts to control BVD were made in the 1960ties when the first modified live vaccines (MLV) became available. In the meantime the number of BVD vaccines has risen in North America to >160 and in Europe there are about 20 BVD vaccines licensed, most of them being inactivated. Despite extensive vaccination in the decades to come no progress was made with respect to reduction of BVD prevalence. This is in contrast to other control efforts using vaccination, e.g. classical swine fever, Aujeszky's disease, BHV-1 and rinderpest. Several reasons for the failure of vaccination to contribute to the control of BVD can be identified:

- The enormous infectious pressure from PI animals was underestimated; until the late 1980ties removal of PI animals not was considered important for the success of BVD control
- Early vaccines were designed to prevent clinical signs of BVD, i.e. reduction of fever and drop of leucocytes were the parameters for challenge infections after vaccination. Only during the last 20 years the crucial role of fetal protection as a result of vaccination was recognized
- Only rarely vaccination has been used systematically
- In Europe the significance of protection against BVDV-2 was not appreciated. Until 2015 none of the European vaccines contained a BVDV-2 component

The purpose of vaccination in current control programs is the stimulation of both humoral and cellular immunity to achieve an optimal fetal protection in the first place. When fetal protection is guaranteed it is safe to assume that the immunity is also able to prevent clinical signs and transient immunosuppression.

Systematic control programs without vaccines

In the early 1990ties the Scandinavian countries initiated BVD control programs. Key elements were the serological testing of herd status, eventually the removal of PI animals and strict biosecurity measures. Vaccination was banned. Within a few years the PI prevalence was reduced to almost zero. A similar approach was chosen by Austria. Due to high seroprevalence and widespread vaccine use, Switzerland modified this approach by testing the whole national bovine population for the presence of virus within one year. In four years thereafter all newborn calves were tested for BVDV using ear notch samples. Currently all Swiss cattle herds are under serological surveillance and PI prevalence is less than 0.02 percent. Vaccination was banned at the beginning of the control program.

Systematic control programs with vaccines

In January 2011 the national German control program started. All newborn calves have to be tested by ear notch samples. In case of positive results tests have to be repeated a few weeks later in order to rule out transient viremia. In case a PI calf is identified it has to be destroyed without delay and its mother has to be tested as well. In addition all animals to be moved have to be tested for virus. Due to the high cattle density (up to 200 cattle/km^2) in some areas and intense trade, vaccination can be ordered by the competent authorities. In low density areas with low infectious pressure vaccination may be banned. However, in practice the decision to vaccinate or not to vaccinate is made by farmers and veterinary practitioners. Within the first four years of the program PI prevalence had been reduced from 0.55 to 0.05 percent. A similar control approach including PI removal and vaccination had been chosen by Belgium, Ireland and Scotland.

Individual programs

In situations without a systematic compulsory control program in place it is also possible to control BVD on a herd basis. Again the key element is the identification and removal of PI animals. This can be achieved by an initial serological screening, either by bulk milk or young stock or both. When these tests are positive, a thorough investigation of all animals has to follow, i.e. young animals have to be tested for virus antigen (ELISA) or nucleic

acid (PCR). The mothers of negative young animals can also be considered negative. After removal of all PI animals, the herd will become seronegative and fully susceptible to BVDV reinfection. In case of BVDV infection of a fully susceptible herd damage by the infection will be maximal. Therefore a risk assessment should be made and in cases of higher risk (e.g. high density of cattle, trade, infected neighboring herds) all animals should be vaccinated on a regular basis in order to keep the number of immune animals as high as possible. This prevents reintroduction of BVDV from outside sources.

Biosecurity

Biosecurity is an integral part of all systematic and individual control programs. Only certified BVD-free cattle should be introduced into the herd. Animals of unknown status must be quarantined and tested. Movement restrictions should be in place for BVDV-infected herds.

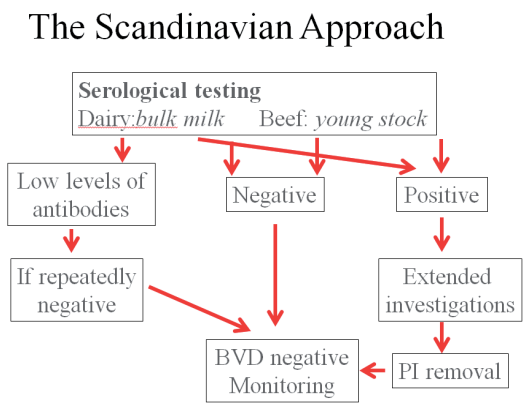


Figure 1

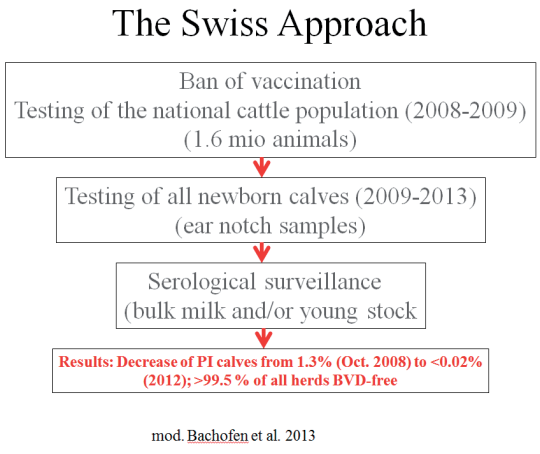


Figure 2

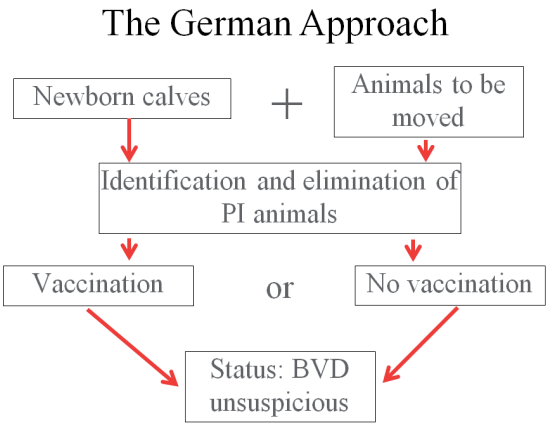


Figure 3

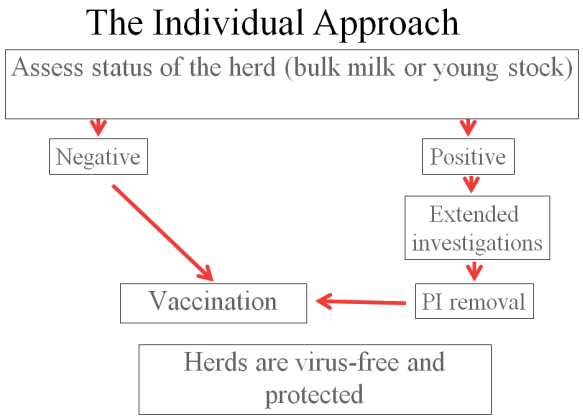


Figure 4

TRADUCCIÓN AL CASTELLANO ▼

Conceptos actuales para el control del BVD en Europa

Prof. Dr. Volker Moennig

Instituto de Virología, Universidad de Veterinaria, Hannover, Alemania

Introducción

Desde su primera descripción hace casi 70 años, la diarrea vírica bovina (BVD, por sus siglas en inglés) se ha ido reconociendo gradualmente como la enfermedad infecciosa de mayor importancia económica en el ganado. Las infecciones postnatales agudas con el virus de la BVD (BVDV, por sus siglas en inglés), generalmente, tienen un curso leve o incluso asintomático; salvo raras excepciones en las que aparecen variantes muy virulentas del BVDV-2 que matan al ganado joven y adulto. La pérdida económica importante se produce cuando el BVDV interfiere con la gestación. Como todos los pestivirus relacionados, el BVDV se puede transmitir al feto en las vacas gestantes y se pueden generar crías persistentemente infectadas (PI) en aquellos casos en los que, en el momento de la infección, el sistema inmune adaptativo del feto no esté desarrollado todavía (entre los días 60 y 100 de gestación, aproximadamente). Además, el BVDV no citopático (ncp) infectante es capaz de modular la inmunidad innata; por ejemplo, suprimiendo la producción de interferón. Los terneros PI resultantes son inmunotolerantes contra el BVDV y excretan constantemente grandes cantidades de virus, por lo

que representan el reservorio más eficiente para la propagación del BVDV en la población bovina. La mayor parte de los animales PI mueren en los dos primeros años de vida; no obstante, alrededor del 10% sobrevive y puede vivir varios años. Por varias mutaciones, el BVDV citopático (cp) puede surgir en el ganado PI. Estos virus cp destruyen las células en las que replican y, dado que los animales son inmunotolerantes a sus BVDV ncp y cp, se producen daños graves en los tejidos que cubren el tracto digestivo, como las superficies de las mucosas y las placas de Peyer. Este estado se denominó "enfermedad de las mucosas" y siempre es letal. Se puede producir en otros casos de infección intrauterina, malformaciones, abortos o muertes fetales. Una infección temprana alrededor del momento del apareamiento o en las primeras semanas de gestación puede dar lugar a una infertilidad temporal.

Control utilizando vacunas

Los primeros intentos de controlar la BVD se hicieron en los años 60, cuando estuvieron disponibles las primeras vacunas vivas modificadas (MLV, por sus siglas en inglés). Desde entonces, el número de vacunas para la BVD ha aumentado hasta >160 en Norte América y, en Europa, hay alrededor de 20 vacunas autorizadas para la BVD, siendo la mayoría de ellas inactivadas. A pesar de la vacunación extensiva que se llevó a cabo en las décadas siguientes, no se consiguieron avances en la erradicación de la prevalencia de la BVD. Esto contrasta con otras actividades de control con vacunas, como la peste porcina clásica, la enfermedad de Aujeszky, el BHV-1 y la peste bovina. Se pueden identificar varias razones por las que la vacunación no ha contribuido a la erradicació de la BVD:

- La enorme presión infecciosa de los animales PI se subestimó. Hasta el final de los años 80, no se consideró importante la retirada de los animales PI para el éxito en el control de la BVD
- Las primeras vacunas estaban diseñadas para prevenir los signos clínicos de la BVD; es decir, la reducción de la fiebre y la disminución de leucocitos eran los parámetros para desafiar a las infecciones tras la vacunación. Sólo se ha reconocido el papel crucial de la protección del feto como resultado de la vacunación en los últimos 20 años
- Sólo en raras ocasiones se ha utilizado la vacunación sistemáticamente
- En Europa, no se ha apreciado la importancia de la protección contra el BVDV-2. Hasta 2015, ninguna de las vacunas europeas contenía un componente de BVDV-2

El propósito de la vacunación en los programas de control actuales es, en primer lugar, la estimulación de la inmunidad celular y humoral para conseguir una protección óptima del feto. Cuando la protección del feto está garantizada, es seguro suponer que la inmunidad también va a ser capaz de prevenir los signos clínicos y la inmunodepresión transitoria.

Programas de erradicación sin vacunas

A principios de los 90, los países escandinavos comenzaron programas de erradicación de la BVD. Los elementos clave fueron pruebas serológicas del estado del rebaño, retirada de los animales PI eventualmente y estrictas medidas de bioseguridad. La vacunación estaba prohibida. En pocos años, la prevalencia de PI se redujo hasta casi cero. Un enfoque similar fue elegido en Austria. Debido a la alta seroprevalencia y al uso generalizado de las vacunas, Suiza modificó este enfoque analizando toda la población bovina de la nación para la presencia de virus en un año. Durante los cuatro años siguientes, se hicieron pruebas de BVDV en todos los terneros recién nacidos, utilizando muestras de muesca de oreja. Actualmente, todos los rebaños de ganado suizo están bajo vigilancia serológica y la prevalencia de PI es menor del 0,02%. La vacunación se prohibió al principio del programa de control.

Programas de erradicación con vacunas

En enero de 2011 comenzó el programa de control nacional alemán. Todos los terneros recién nacidos tenían que ser analizados mediante muestra de muesca de oreja. En caso de resultado positivo, la pruebas tenía que repetirse unas pocas semanas después para descartar viremia transitoria. En caso de identificar un ternero PI, este debía ser eliminado sin demora, y su madre debía ser analizada también. Además, se tenía que hacer la prueba del virus a todos los animales que se iban a mover. Debido a la alta densidad de ganado (hasta 200 cabezas de ganado/km^2 en algunas áreas) y el comercio intenso, la vacunación podía permitirse por las autoridades competentes. En las zonas de baja densidad animal y con una presión de infección baja, la vacunación podía prohibirse. Sin embargo, en la práctica, la decisión de vacunar o no la tomaron los ganaderos y los veterinarios clínicos. En los primeros cuatro años del programa, la prevalencia de PIs se redujo de 0,55 a 0,05%. Un enfoque de control similar, que incluye la retirada de los PI y la vacunación, se ha elegido en Bélgica, Irlanda y Escocia.

Programas individuales

En situaciones en las que no hay un programa de control sistemático obligatorio en marcha, también es posible controlar la BVD a nivel de rebaño. De nuevo, la clave es la identificación y retirada de los animales PI. Esto se puede conseguir mediante una revisión serológica inicial, a partir de la leche de tanque, en los animales jóvenes, o en ambos. Cuando estas pruebas dan positivo, lo siguiente es hacer una investigación exhaustiva de todos los animales; es decir, se deben nuestrear los animales jóvenes para antígeno de virus (ELISA) o ácido nucleico (PCR). Las madres de los animales jóvenes que han dado negativo también se pueden considerar como negativas a antígeno. Después de la retirada de todos los animales PIs, el rebaño se volverá seronegativo y completamente susceptible a una reinfección por BVDV. En el caso de infección por BVDV en un rebaño completamente susceptible, los daños por la infección serán máximos. Por tanto, se debe hacer una evaluación de riesgos y, en casos de alto riesgo (por ejemplo, gran densidad de bovino, comercio y transportes intensos, rebaños vecinos infectados ...), todos los animales deben vacunarse de manera regular para mantener el número de animales inmunizados lo más alto posible. Esto previene la reintroducción del BVDV.

Bioseguridad

La bioseguridad es una parte fundamental de todos los programas de control sistemático o individual. Solamente el ganado certificado como libre de BVD se debe introducir en el rebaño. Los animales de estado desconocido deben ponerse en cuarentena y analizarse. Deben ponerse en marcha restricciones de movimiento en rebaños infectados por BVDV.

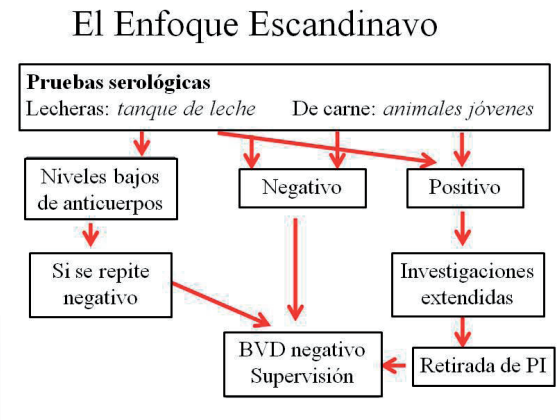


Figura 1



Figura 4

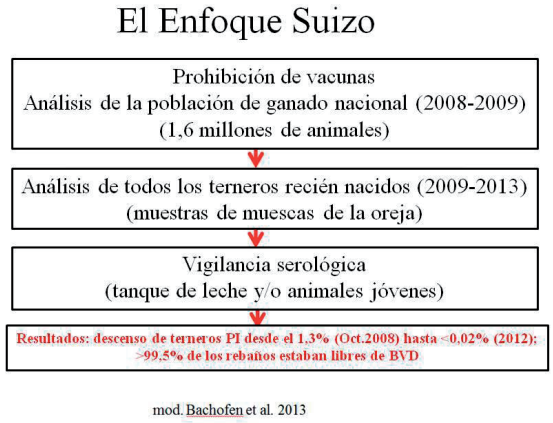


Figura 2

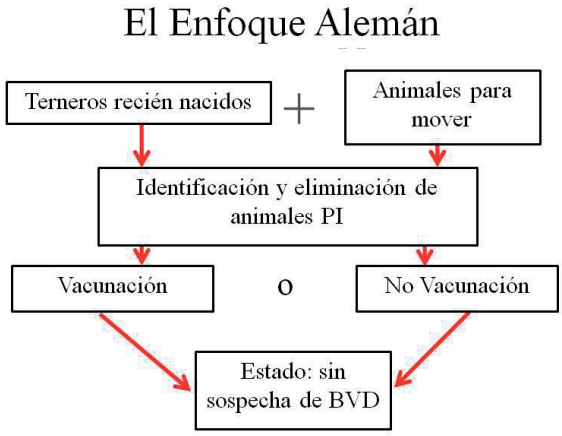


Figura 3

GENÉTICA-GENÓMICA

IMPLEMENTACIÓN DE LA SELECCIÓN GENÓMICA EN EL VACUNO LECHERO ESPAÑOL Y NUEVOS RETOS

IMPLEMENTATION OF GENOMIC SELECTION IN THE SPANISH DAIRY CATTLE AND NEW CHALLENGES

José Antonio Jiménez Montero y Noureddine Charfeddine
Dpto. Técnico CONAFE

Introducción

La selección genómica ha revolucionado los programas de selección del vacuno lechero, mejorando la fiabilidad de las evaluaciones de animales sin información propia y posibilitando la selección por nuevos caracteres de importancia económica en la producción.

El programa de mejora genética de CONAFE

Como todo programa de mejora genética la base del mismo es la recogida sistemática de información sobre los caracteres de interés en la producción. En la última evaluación genética tradicional de noviembre-2014 se utilizaron los datos del Control Lechero Oficial y los datos de las calificaciones disponibles a mediados de mayo, que eran los siguientes:

Calificaciones:	1.878.881
Producción:	5.209.244
Longevidad funcional:	4.585.081
Rec. Cél. Somáticas:	4.766.258
Días abiertos:	1.312.438
Velocidad de Ordeño:	679.172

CONAFE, a partir de estos datos calcula las evaluaciones genéticas de los animales de nuestra población. Como resultado del programa, la producción media de las vacas en control lechero aumenta en unos 110 litros al año, estimándose la mejora genética para kilogramos de leche entre las novillas nacidas un año y las del siguiente en 69 litros de media (figura 1). Además, CONAFE participa en las evaluaciones internacionales *Interbull*, por tanto, los toros evaluados en España se integran en las evaluaciones internacionales y recíprocamente, los toros testados en otros países tienen publicados sus índices en nuestra escala nacional.

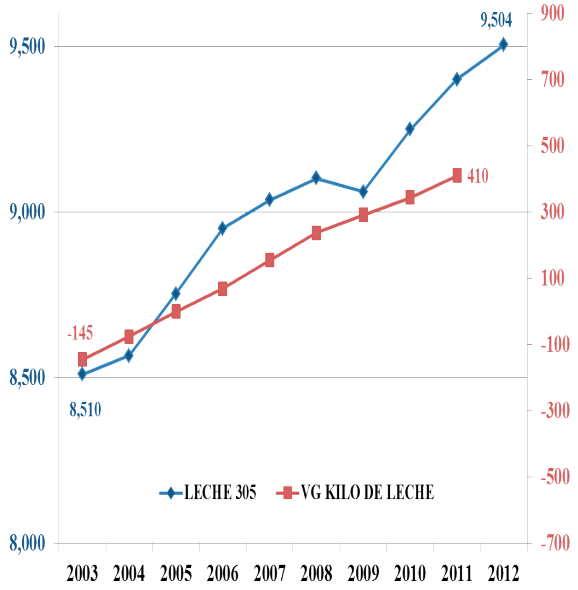


Figura 1. Producción media en kilos de leche a 305 días y tendencia genética para el carácter kilos de leche de las vacas en control lechero en España

Dentro del programa de selección, existen cuatro programas de testaje: Aberekin, Ascol, Genética y Xenética Fontao, alcanzando entre todos los 140 toros probados al año. Estos toros se usan sobre una población de más de 450.000 vacas y son testados en base a su prueba genómica y los datos de sus hijas. Aquéllos cuyos resultados son destacados en una o ambas pruebas se comercializan a nivel nacional e internacional. La integración de estos resultados en las evaluaciones internacionales permite al ganadero tener un plano de comparación objetivo a la hora de interpretar la extensa oferta genética que se comercializa en nuestro país.

El valor promedio de los 200 toros top publicados en el catálogo nacional para el índice combinado ICO es de 2.737, un 0,5% superior al anterior catálogo (junio, 2014), el valor medio de índice ICO de las vacas españolas es de 1.806, un 1,9% superior al de junio de 2014, pruebas evidentes del rápido y eficaz progreso genético de la población.

El programa genómico español

El programa de selección genómica comenzó en 2010 con la firma de los distintos acuerdos entre CONAFE y los programas de testaje, el INIA como socio investigador y el entonces Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, que facilitó el genotipado de unos 2.000 toros para la población de referencia española. En septiembre de 2011, CONAFE se integra en el consorcio *Eurogenomics*, en representación de los programas de testaje nacionales y de los ganaderos, que compartía en ese momento más de 22.000 genotipos de toros probados, a los que se unen los genotipados en nuestro país, formando así la mayor población de referencia a nivel mundial en cuanto al número de animales con información de alta fiabilidad.

Actualmente, la población de referencia, ha aumentado hasta los 27.172 toros probados y genotipados en alta densidad y con prueba internacional MACE (agosto, 2014).

El gran número de animales probados que constituyen nuestra población de referencia permite obtener una fiabilidad media superior al 88% en producción y 89% en tipo, nivel sólo alcanzable por los mejores programas de selección a nivel mundial.

En la última evaluación, el número de animales genotipados y evaluados ha sido de 33.720 de los cuales, la población española estaba formada por 6.312 machos y 2.140 hembras. En los últimos 5 meses el número de hembras genotipadas aumentó un 35%, la mayoría de ellas fueron genotipadas en baja densidad con el nuevo Chip personalizado de *Eurogenomics*.

Gracias a la incorporación de la selección genómica, está siendo posible mejorar la selección de reproductores, lo cual redunda en un mayor progreso genético de la población. Tras la aparición y comercialización de los primeros toros con evaluaciones basadas principalmente en su valor genómico, el mercado internacional que tradicionalmente apostaba por el uso de toros de alta fiabilidad, está modificando esta preferencia en favor de acelerar el progreso, a costa de asumir algún riesgo, por el uso de toros menos fiables que los probados.

Además del progreso basado en los índices tradicionales, otra de las ventajas de la selección genómica es la posibilidad de incorporar nuevos caracteres de importancia económica para el ganadero y para cuya implementación, la buena toma de datos será el factor clave. El objetivo de este artículo es presentar la situación actual del programa nacional y los nuevos retos a los que se enfrenta el sector para trazar el camino hacia la vaca del futuro.

Validación de resultados

Para evaluar con datos reales los resultados de las primeras evaluaciones genómicas en nuestra población se usaron valores genómicos de 214 terneros calculados en las pruebas de noviembre de 2012 con el método *Random Boosting* desarrollado en el INIA por el Dr. González-Recio. Pósteriormente, estos valores genómicos directos se combinaron con las pruebas tradicionales para obtener los valores genómicos oficiales. Estas predicciones se compararon con las evaluaciones oficiales de noviembre de 2014, que fueron realizadas utilizando el método *BLUP* de prueba de descendencia. Los machos utilizados en el estudio no tenían datos de progenie en 2012 pero sí en 2014, con al menos 20 hijas en producción y tipo.

La precisión realizada (correlación de Pearson) del índice de pedigrí y de las pruebas genómicas oficiales de noviembre de 2012 se muestra en la figura 2, comparadas con las pruebas de progenie de noviembre de 2014. La prueba genómica fue más precisa para los 12 caracteres analizados, con un incremento medio del 42% en la precisión. En el caso del porcentaje de grasa, el incremento fue más del doble, mientras que el menor incremento se observó para la fertilidad, con un 6%. El índice ICO, que combina caracteres de producción, tipo y funcionales, es un 29% más preciso si se usa información genómica (0,68 *vs.* 0,53).

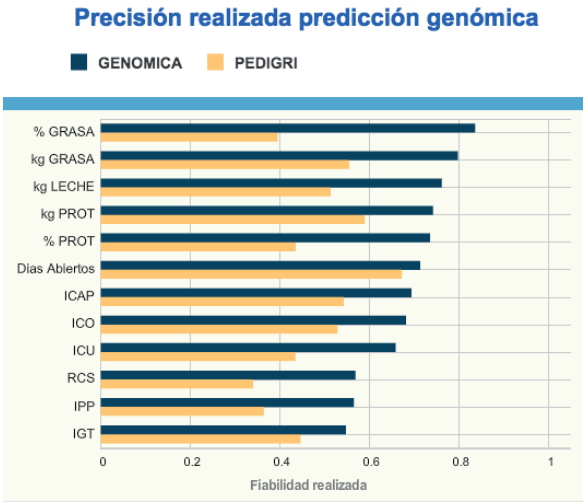


Figura 2. Predicciones realizadas de las pruebas genómicas oficiales de noviembre de 2012 para los caracteres más importantes en el vacuno lechero español

Analizando cada animal de forma individual, la figura 3 muestra un gráfico de puntos comparando la prueba genómica combinada del 2012, con la prueba de progenie de 2014. La prueba genómica predice la prueba de progenie futura con una menor diferencia con la prueba de progenie que el índice de pedigrí. Un 42% de las pruebas genómicas para el ICO tuvieron una diferencia de menos de 200 puntos mientras que en base al índice de pedigrí un 39% de pruebas variaron en menos de 200 puntos. Un 34% de las pruebas de índice de pedigrí variaron en más de 400 puntos, y de éstas, un 35% lo hizo en más de 600 puntos. La prueba genómica se separó en más de 400 puntos sólo en el 25% de los casos, y sólo un 6% sobre el total varió más de 600 puntos. Mantener el control de rendimientos permite detectar estas desviaciones e incorporar estos toros con nueva información a la población de referencia para futuras evaluaciones. Hay que destacar que estos errores de predicción tuvieron signo positivo o negativo de manera independiente al valor genómico predicho en 2012. No se observa, por tanto, una sobreestimación sistemática del valor de estos animales siendo el coeficiente de regresión para este grupo de animales de 0,99.

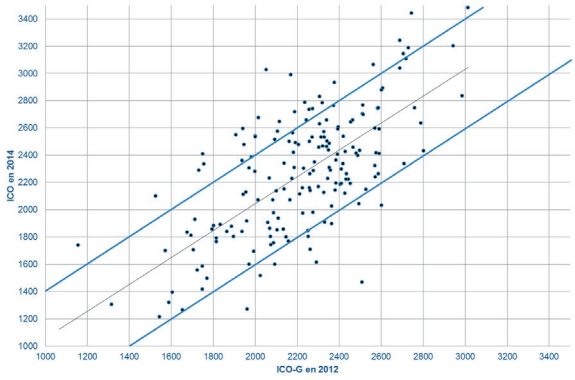


Figura 3. Gráfico de puntos y recta de regresión entre los valores genómicos combinados de 214 toros sin hijas en noviembre 2012 y con al menos 20 hijas con dato en producción y tipo en noviembre de 2014

Teniendo en cuenta estos resultados, y asumiendo una reducción del intervalo generacional en la línea padre-hijo de 4 a 3 años y manteniendo el intervalo generacional de la línea madre-hija constante, es posible calcular el incremento en progreso genético en puntos de ICO. En la línea hembra, el progreso genético en ICO utilizando selección genómica (SG) aumentaría en un 28%, mientras que en la línea macho, el progreso genético puede aumentar hasta un 71%. El progreso genético en ICO de los toros españoles entre los años 2000 y 2012, antes de la SG, fue de 62 puntos de ICO por año. Con SG, el progreso genético habría sido de 45 puntos más de ICO al año (107) en toros, y de 17 puntos más al año (79) en hembras.

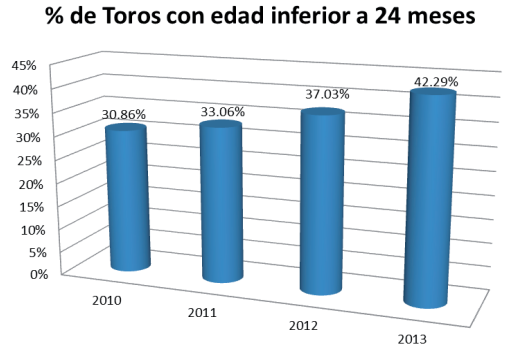


Figura 4. Uso de toros en España con edad inferior a 24 meses respecto al total

La introducción del toro genómico en los catálogos de sementales supone un nuevo producto comercializable; en la figura 4 se muestra el incremento en el uso de estos toros jóvenes. Si tradicionalmente el toro en prueba suponía un 30% del total, con la llegada de la genómica estos toros están ganando cuota de mercado.

Tanto la preselección de machos en base a su prueba genómica por parte de los centros de inseminación como el incremento en el uso de este tipo de animales con valores genéticos superiores está acelerando el progreso genético de la población. El punto de inflexión lo encontramos en los machos nacidos en 2011 que fueron los primeros seleccionados con la ayuda de esta tecnología. En la figura 5 podemos observar las tendencias genéticas para el índice de selección ICO y para el carácter "kilos de leche".

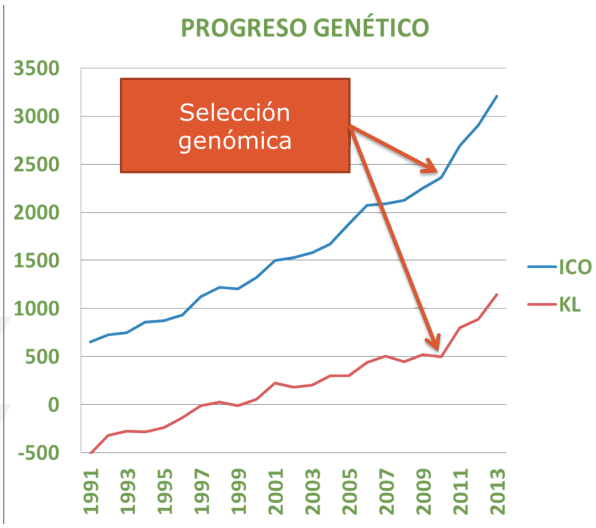


Figura 5. Tendencia genética de los machos españoles pertenecientes a los centros de inseminación para el índice de selección ICO y el carácter kilos de leche

Incluso ya es posible detectar la repercusión de esta preselección en la población de hembras. Obviamente en la población total los cambios son más graduales y es necesario que pasen unos años hasta que el incremento en el progreso genético se manifieste plenamente. En la figura 6 se presentan las diferencias en el índice de selección ICO entre las hijas de toros de inseminación artificial y las hijas de toros de monta natural. Las diferencias en nivel genético de las hijas de ambos tipos de toro habían aumentado durante los años previos a la genómica desde los 100 a los 300 puntos de ICO, lo que aproximadamente equivale a 1 y 3 años de progreso, respectivamente. A partir del año 2012 cuando la inmensa mayoría de los toros de Inseminación Artificial han sido seleccionados tras ser evaluados genómicamente, el nivel de sus hijas respecto a sus contemporáneas nacidas de los toros "de casa" se ha disparado hasta los 500 puntos que equivaldría a unos 5 años de progreso genético.

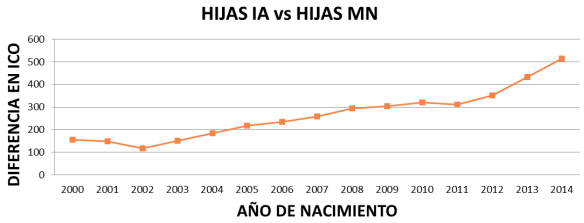


Figura 6. Diferencia en ICO entre las hijas de los toros pertenecientes a los centros de inseminación artificial y las hijas de los toros de monta natural por año de nacimiento

En conclusión, las evaluaciones genómicas implementadas en 2012 en el ganado holstein español han resultado muy superiores en precisión y fiabilidad a lo ofrecido anteriormente por el índice de pedigrí. Además, el progreso genético en el objetivo de selección se ha incrementado en un 72 y un 28% en las líneas padre-hijo y madre-hija, respectivamente. Es conveniente seguir trabajando para incrementar aún más la fiabilidad de las pruebas genómicas utilizando métodos y procedimientos más precisos, así como en la implementación más efectiva de la selección genómica en las granjas comerciales

Genotipado de hembras

La principal ventaja que aporta el genotipado de las terneras es que conocemos su potencial genético con una precisión igual o superior a la de la vaca con más lactaciones de la explotación. Esto implica que conocemos los puntos fuertes y débiles que transmitirán a su futura descendencia. Por un lado, identifica de forma fiable animales extraordinarios; con esta información se podría pensar en trabajar de forma específica, por ejemplo, planteándose realizar una multiovulación o utilizar semen sexado.

Para el resto de hembras, la evaluación genómica nos permite detectar los puntos débiles que la ternera va a transmitir a su descendencia. Por tanto, podemos realizar acoplamientos dirigidos desde la primera cubrición para evitar que estos defectos pasen a la siguiente generación. Actualmente en nuestra población una de cada cuatro vacas sólo nos está dejando como descendencia a la hija que nació en su primer parto, por tanto realizar este acoplamiento en base a información de calidad es fundamental para el progreso de la ganadería.

En la figura 7 se presentan los valores genéticos tradicionales basados en el índice de pedigrí y los pósteriores valores genómicos de un grupo de terneras genotipadas en una de las explotaciones que se han unido al proyecto Recría Genómica de CONAFE. Podemos apreciar cómo algunas de las novillas que según su pedigrí se encontrarían entre las mejores en kilos de leche, una vez genotipadas, su potencial lechero es más limitado

de lo esperado (cuadro verde); en algunos casos, novillas que *a priori* estarían por encima del +1000, tras genotiparlas su valor genético es de poco más de 400. También nos encontramos con algún animal que pasa de estar en la media a tener un valor incluso negativo. Esta nueva información va a determinar que para todas estas novillas, los toros más adecuados serán aquellos capaces de corregir este bajo nivel en producción. De igual manera, algunas de las terneras que por índice de pedigrí presentaban valores en kilos de leche inferiores al nivel exigido, una vez genotipadas podemos considerar que su nivel de producción no es el factor limitante y por tanto es posible que existan otros toros más adecuados para ellas a los escogidos antes de genotipar.

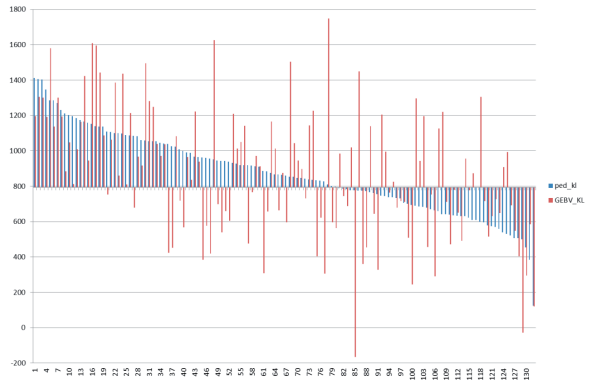


Figura 7. Índice de pedigrí (azul) y valor genómico (rojo) para el carácter kilos de leche de 132 terneras genotipadas en una ganadería

Con este grupo de animales se realizó un acoplamiento dirigido antes y después de genotipar usando el programa CONAFEMAT integrado en el espacio web de cada ganadería asociada. Para realizar el acoplamiento se elegía una cesta de 6 toros escogidos de un total de 41. Los resultados respecto al toro recomendado para cada vaca se presentan en la figura 8.

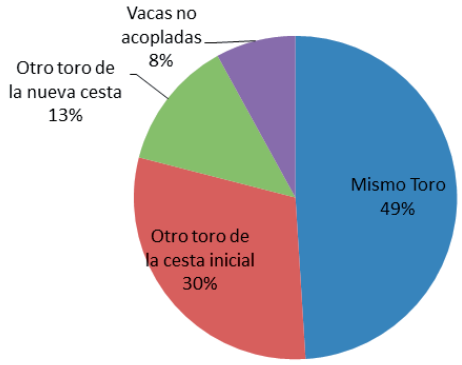


Figura 8. Distribución de los toros seleccionados por el programa de acoplamientos CONAFEMAT como los más adecuados para un lote de novillas tras conocer su evaluación genómica

El dato más relevante es que el 51 % de las novillas se deberían acoplar con un toro distinto al que habríamos usado antes de genotiparlas porque se detecta que el punto débil a corregir es distinto al que teníamos identificado en base a la genealogía. De estas novillas a las que cambiamos de toro, para un 30 % el toro más adecuado es uno de los otros 5 que teníamos seleccionados en el lote inicial de 6. Como hemos dicho antes, tras genotipar cambiamos dos toros de ese lote; con los dos toros nuevos que entraron se realizarían un 13% de los acoplamientos y el 8 % restante correspondía a vacas que se deberían acoplar con toros distintos a los 6 seleccionados si queríamos cumplir con los objetivos y criterios fijados. En base a estos resultados, el ganadero puede tomar la decisión de buscar toros específicos para estas terneras que son las que tienen a nivel genético puntos débiles más notables o bien, pensar en ellas como posibles receptoras de embriones por ejemplo.

Nuevos retos

Dentro de los caracteres de interés económico en la producción animal, la selección genómica puede ofrecer ventajas adicionales en aquéllos difíciles de medir (ej. resistencia a enfermedades, índice de conversión o calidad de carne), de baja heredabilidad (ej. relacionados con la fertilidad), los que se expresan en un solo sexo (ej. producción lechera), los que sólo son medibles en individuos adultos (ej. la longevidad funcional) o incluso sólo medibles tras el sacrificio (ej. características de canales y calidad de carne). La selección genómica ofrece importantes ventajas porque no necesita obligatoriamente el fenotipo de los candidatos o sus parientes más próximos, aunque la fiabilidad disminuye si los animales empleados como población de referencia y los evaluados pósteriormente no están emparentados. En este contexto, la adecuada elección de los individuos a fenotipar y genotipar podría ser suficiente para realizar la selección.

Hasta la llegada de la genómica, incorporar un nuevo carácter a las evaluaciones genéticas rutinarias suponía incluir la toma de estos nuevos datos en el control lechero sobre una extensa población. Este proceso suponía un elevado coste de implementación hasta que el volumen de información era suficiente como para realizar predicciones genéticas aceptables. En muchos casos, el coste de esta recogida de datos y la baja heredabilidad de estos caracteres hacía inviable su incorporación en programa de mejora genética e implementar su correspondiente evaluación.

Actualmente, en la era genómica, es posible realizar una toma de datos inicial en poblaciones reducidas y, genotipando estos animales con datos, calcular ecuaciones genómicas que permitan predecir el potencial genético de otros individuos, de los cuales no es necesario tener datos propios o de sus parientes más cercanos. Evidentemente, el nivel de fiabilidad que se espera obtener con estas predicciones no es equiparable al de los caracteres con extensas poblaciones de referencia; sin embargo, para caracteres de gran influencia en la economía de las explotaciones, estas evaluaciones tendrán un impacto positivo. A este respecto y al igual que ocurre con los caracteres ya implementados, es importante destacar que será necesario un continuo incremento y actualización de la población de referencia (animales con prueba basada en datos propios y además, genotipados) para mantener y mejorar la fiabilidad de estas evaluaciones con el paso del tiempo.

Caracteres de salud

Varios países, entre los que está España, están poniendo más énfasis en incorporar la salud animal a su objetivo de selección. Los animales enfermos merman la rentabilidad económica de la ganadería, no sólo por los costes de tratamiento, sino por las pérdidas de producción, y, en muchos casos, por el desecho involuntario que generan. Además de estas pérdidas económicas, hay una preocupación creciente por parte del consumidor, tanto por la calidad de los productos, como por el bienestar de los animales. Por otro lado, está prevista una legislación más restrictiva con el uso de los antibacterianos para 2016 y una normativa europea exigiendo que los programas de mejora tengan en cuenta la salud y el bienestar de los animales y freno al deterioro de los mismos. Todos estos factores hacen que hoy en día sea necesario un programa para la recogida de información sobre salud animal para la prevención y el control de las patologías dentro de las ganaderías de vacuno de leche. Para mejorar la salud de los

animales el mejor camino es prevenir; para ello, se considera fundamental monitorizar y controlar la salud del rebaño, perfeccionar el manejo y además, seleccionar animales genéticamente más resistentes, si es posible. En este momento, gracias a la genómica, esta posibilidad tiene más probabilidades de éxito.

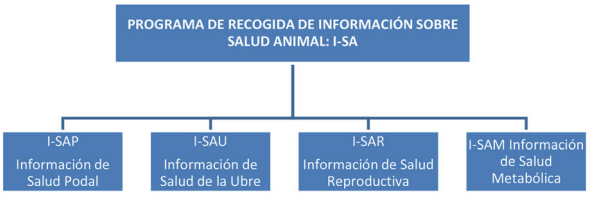


Figura 9. Estructura planteada para la recogida de información sobre salud animal

Por ello, desde 2012, CONAFE ha puesto en marcha un programa para la recogida y el análisis de la información sobre caracteres de salud en el vacuno lechero español. El objetivo de este programa es implementar la recogida de información para mejorar la salud de los animales en las ganaderías de vacuno de leche (figura 9). El programa se nutrirá de varias fuentes de información, donde colaboran podólogos, veterinarios, técnicos de calidad de leche y el propio ganadero. La información que se genera se almacena en una base de datos que está conectada con un servicio web, donde se puede generar estadísticas que sirve como "benchmarking" para valorar, controlar y detectar los problemas a tiempo (figura 10).



Figura 10. Esquema del flujo de información que se pretende crear a través del programa de recogida de datos de salud

Información de salud podal para el control y la prevención de cojeras: I-SAP

En 2012, CONAFE en colaboración con ANKA, la cooperativa gallega de servicios ganaderos SERAGRO y otros podólogos independientes, comenzó con la primera parte del programa, implementando el I-SAP: un programa para la recogida de información sobre salud podal (figura 11).

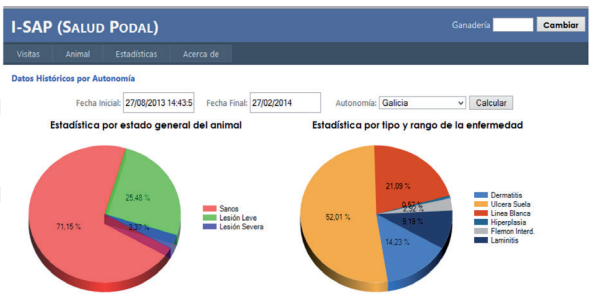


Figura 11. Ejemplo de salida del programa I-SAP donde se muestran estadísticas generales calculadas a partir de la información registrada

Actualmente se ha creado un grupo de trabajo para poner en marcha este proyecto integrado por personal de CONAFE, responsables de control lechero, y veterinarios clínicos de distintos puntos de España. Como se ha comentado, el primer paso consiste en definir la lista de patologías para recoger, donde se incluya la definición de cada una de ellas, cómo diagnosticarlas y determinar el estado de las mismas.

Eficiencia alimentaria

La eficiencia productiva de un animal depende de tres pilares: la alimentación, el manejo y la genética. Muchos avances se han conseguido hoy en día por los técnicos de alimentación en formular raciones muy completas, equilibradas y constantes a lo largo de todo el año. El sistema "unifeed" ha supuesto un punto de inflexión en la alimentación de las vacas de leche, minimizando el desperdicio de los alimentos y estimulando el apetito de los animales. En cuanto a manejo, tanto reproductivo como sanitario, la mejora ha sido también constante y se han buscado soluciones para minimizar y controlar los efectos de los trastornos metabólicos y digestivos asociados al pico de la lactación.

En lo que se refiere a la genética, se han seleccionado animales altamente productivos, con mayor capacidad de ingesta, suponiendo que a más ingesta, más producción, y, a más producción, mayor rentabilidad. Dicha selección nos ha llevado a tener animales cada vez con mayor capacidad y, por lo tanto, con mayor tamaño. Sin embargo, la correlación genética entre el tamaño del animal y el ratio de conversión de la energía ingerida es negativa. Además, la correlación genética entre producción de leche y la ingesta de materia seca no es tan alta. Varios estudios muestran valores que varían entre 0,4 y 0,6. Es evidente que no siempre es cierto que a mayor ingesta, mayor producción, y, por lo tanto, mayor rentabilidad. Por ello, para seleccionar por eficiencia alimentaria hay que incluir indicadores más directos de dicha eficiencia en los objetivos de selección, como es la ingesta de materia seca.

La eficiencia alimentaria fue incluida en los programas de mejora genética de muchas especies, y en vacuno, sobre todo, en razas de carne. En vacas de leche, la gran variabilidad de la ingesta por distintos motivos a lo largo de toda la lactación, la singularidad de movilizar reservas en determinados momentos de la lactación, el alto coste de las mediciones individuales de la ingesta de materia seca y su restricción prácticamente a granjas experimentales han hecho que sea imposible incorporarla de forma directa en los programas tradicionales. Sin embargo, con la genómica tenemos una nueva herramienta para incorporar nuevos caracteres a nuestro objetivo de selección, sin la necesidad de recoger grandes masas de datos.

La metabolización del alimento ingerido por el animal pasa por distintas etapas y es finalmente destinado a diferentes funciones. Cada animal aprovecha la energía ingerida y la destina a las distintas funciones en proporciones diferentes, lo que conlleva una eficiencia relativa para cada función (figura 12). Hay animales que aprovechan mejor la alimentación ingerida que otros, bien a través de una mejor eficiencia digestiva de los alimentos;,bien a través de una alta absorción de la energía digestible y una mínima perdida de energía en forma de heces, orina y gases; o también a través de una óptima acumulación y movilización de reservas; o a través de una transformación eficiente de la energía neta, destinando gran parte de ella a la producción de leche. Cada una de estas eficiencias en el uso de la energía para cumplir con cada función depende de muchos factores. Sin embargo, hay un componente genético evidente que condiciona cada una de ellas. La heredabilidad estimada en varios estudios, de la tasa de conversión de la energía ingerida en kilos de leche a un porcentaje de grasa equivalente varía de 0,2 a 0,35. Una heredabilidad moderadamente alta y similar a la heredabilidad

de los caracteres productivos. Además, varios trabajos muestran una heredabilidad superior a 0,30 para la emisión de metano en vacas de leche. Lo que confirma la existencia de un componente genético condicionando la transformación de la energía ingerida y su uso para producir leche.

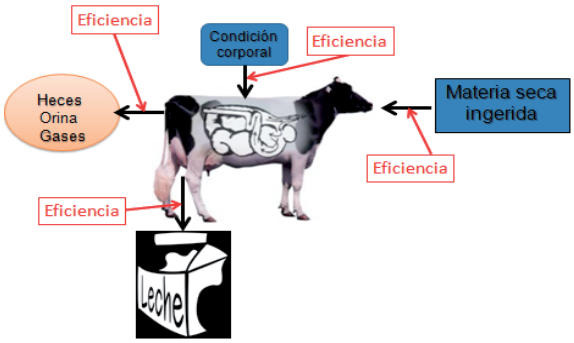


Figura 12. Cada paso en la utilización de la energía por las vacas de leche conlleva una eficiencia controlada por un componente genético evidente

Varios países, entre ellos España, se han propuesto organizar la recogida de datos de ingesta de materia seca disponibles en muchas granjas experimentales y reunirlos en una sola base de datos internacional. Dicha iniciativa se plasmó en un proyecto internacional que nació al final del 2011 bajo el nombre "*Global Dry Matter Initiative*" (figura 13), cuyo objetivo es reunir información sobre ingesta de materia seca en el máximo número de animales posibles y relacionarla con la información genómica de dichos animales. En el proyecto participan 14 entidades, universidades, centros de investigación y organismos de desarrollo de 10 países como Alemania, Australia, Canadá, Dinamarca, España, Estados Unidos, Holanda, Irlanda, Reino Unido, y Nueva Zelanda.

Para valorar la capacidad de ingesta de un animal, se ha tomado como referencia la ingesta de materia seca alrededor del día 70 de lactación. En el futuro se pretende reunir datos de ingesta a lo largo de toda la lactación, durante los 5 primeros partos, para estudiar si se trata de un mismo carácter en distintas fases de la lactación y en distintas lactaciones. Los primeros datos fueron recopilados en mayo de 2012 y varios grupos de investigación empezaron a trabajar sobre ellos de forma conjunta. Un total de 233.189 registros de ingesta de materia seca recogidos durante 12.425 lactaciones en 8.737 vacas fueron los datos reunidos en la primera entrega. Las primeras estimaciones de parámetros genéticos mostraron una heredabilidad de 0,34 para la capacidad de ingesta en el conjunto total de los datos.



Figura 13. Universidades, centros de investigación y organismos de desarrollo participantes en el proyecto internacional para la recogida de información sobre ingesta de materia seca

CONAFE, como representante español en dicho proyecto, posee datos de ingesta cedidos por el Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (IRTA). Sin embargo, al tratarse de datos históricos, procedentes de animales de los que no se dispone de muestra biológica, por estar muertos, no pueden ser relacionados con información genómica, lo que realmente pretende este proyecto.

Por otro lado, la finca Mouriscade, propiedad de la Diputación de Pontevedra, está colaborando con CONAFE y está recogiendo datos de ingesta de materia seca de forma individual. Por el momento tenemos datos recogidos sobre dos lotes distintos, un primer lote de 20 vacas, y un segundo lote de 10 vacas. Todas las vacas fueron genotipadas en 50k.

Otros proyectos

Por otro lado, a nivel internacional se trabaja junto a otras trece organizaciones europeas en el proyecto *Prolific* cuyo objetivo es la mejora sostenible de la fertilidad en vacuno a través del estudio de la problemática desde un enfoque pluridisciplinar.

Junto a estos desarrollos, otro proyecto que será de interés para el sector es el uso de los espectros MIR de la leche, a partir de los cuales es posible extraer información complementaria al control lechero, como son el perfil de ácidos grasos, distintos niveles hormonales o de cetosis. Disponiendo de estos datos será posible la detección precoz de alteraciones metabólicas que puedan estar afectando la marcha adecuada de la granja.

Información adicional que proporcionan los análisis genómicos

Los chips de genotipado actuales permiten extraer información adicional a la propia de las evaluaciones genómicas. Para algunos de los caracteres recesivos ligados a enfermedades genéticas habitualmente identificadas, se han identificado las mutaciones causales. Estas mutaciones se pueden reconocer en un animal gracias a SNPs situados en esa posición determinada. En este momento los animales portadores de enfermedades genéticas de carácter recesivo como BLAD, CVM, *Brachyspina*, o Pie de Mula pueden ser fácilmente identificados mediante el genotipado. Igualmente, en otros caracteres de interés como las proteínas lácteas (K-caseína, βLactoglobulina, o β-caseína), el factor rojo, o el gen "*Polled*".

En los casos en que no se ha podido identificar esta mutación causal asociada a un SNP concreto existe la posibilidad de asociarla a un haplotipo. La información de un SNP es el resultado de las dos bases pertenecientes a los dos cromosomas homólogos de un individuo, mientras que los haplotipos son grupos de marcadores localizados en posiciones adyacentes de uno de estos dos cromosomas que usualmente serán heredados de forma conjunta, es decir, una de las dos bases que forman el SNP. A partir de la información de los SNPs es posible conocer con alta probabilidad la información individual de cada cromosoma (el paterno y el materno). Esto se llama inferir la fase del haplotipo. Las herramientas genómicas permiten identificar estos haplotipos y relacionarlos con efectos positivos, negativos o neutros respecto a los distintos caracteres evaluados en el vacuno lechero.

Hasta la fecha se han descrito cinco de estos haplotipos con dos características importantes:

1. Son frecuentes en la población
2. Nunca se encuentran en homocigosis, es decir, ningún animal vivo porta dos copias (una procedente del padre y otra de la madre). Esto es debido a que los individuos con dos copias iguales de alguna de estas regiones son inviables y mueren durante el desarrollo embrionario. En la figura 14 se muestra el efecto de estos haplotipos.

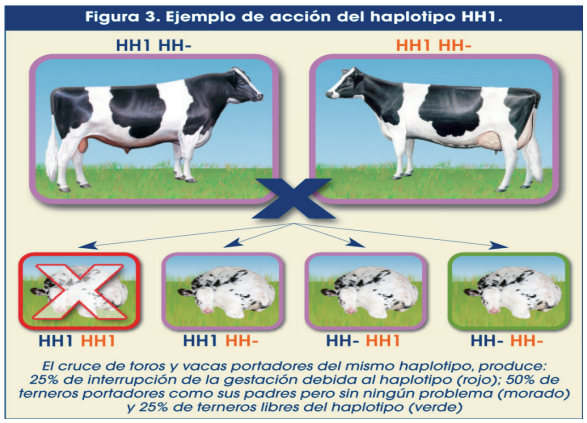


Figura 14. Ejemplo de la acción de un gen o haplotipo recesivo cuando se cruzan dos animales portadores: el efecto se manifestará en un 25% de los casos y se producirán un 50% de hijos portadores y un 25% libres

Pruebas de filiación

Otra ventaja adicional del genotipado es la posibilidad de realizar pruebas de filiación con una alta precisión. En una población como la raza holstein con una interconexión elevada entre poblaciones de distintas partes del mundo el genotipado permite contrastar la compatibilidad de los individuos presentados en una genealogía dada e incluso avanzar en la detección del progenitor más probable en caso de que éste sea un animal desconocido. Igualmente mediante la comparación entre el parentesco genómico y genealógico es posible detectar errores en la genealogía, incluso si el animal no ha sido genotipado: por ejemplo, calculando el parentesco genómico de un individuo con sus abuelo y bisabuelo maternos en el caso de que su madre no estuviese genotipada.

INDICES GENÉTICOS EN VACUNO DE CARNE

Josu Payás Arberas
Veterinario.
ABEREKIN SA.

Introducción

El establecimiento de los objetivos de selección en las diferentes razas de vacuno de carne es complicado y sobre todo variable a lo largo del tiempo. Si bien están fundamentalmente pensados para aumentar la rentabilidad económica de la explotación ganadera, definiendo a la vaca ideal y aumentando su productividad, la dificultad en los objetivos suele estar en el elevado número de caracteres a seleccionar y que a veces son antagónicos entre sí. Por otro lado, no podemos dejar de atender la demanda de un mercado muy competitivo, y que no siempre está en consonancia con la productividad óptima.

Para una producción eficiente hemos de tener en cuenta la intervención simultánea en la alimentación, el manejo y sanidad del rebaño, la comercialización del producto y la mejora genética.

El programa de mejora genética se llevará a cabo por el método de "selección", que consiste en elegir dentro de cada raza a los mejores individuos según un criterio genético fiable, para que sean los reproductores de la siguiente generación de tal forma que los animales seleccionados sean más productivos que los de la generación precedente en su medio de producción. Este proceso que permite identificar a los mejores individuos con las mejores características transmisibles se llama "valoración o indexación genética". Así la expresión numérica del valor genético de un animal para un criterio de selección se denomina índice genético.

Para ello la evaluación y selección de los animales se realizará a partir de la información que proporciona un sistema de control genealógico y de rendimientos, tanto en granja y cebaderos, como en la estaciones de testaje, en unas condiciones de manejo y medio similar al de las ganaderías convencionales. También aprovecharemos la información proveniente de la industria cárnica que aporte conocimiento sobre el rendimiento final de nuestra producción.

No podemos olvidar que muchas razas catalogadas como españolas (ej. limusina, charolesa,...) por llevar adaptadas a nuestro país más de veinte años, son de origen extranjero. Por ello, es necesaria la cooperación internacional en objetivos comunes de mejora que obliguen a compartir datos y metodologías de trabajo, así como en el intercambio de un material genético que redunde en el beneficio de la cabaña española.

Objetivos de selección

El objetivo general será conseguir vacas que, en las condiciones del medio en que se encuentren, produzcan regularmente un ternero al año, y que estos terneros, tras su cebo lleguen a la edad de sacrificio con altos crecimientos y con buenas características de la canal y de la carne, conforme a las exigencias del mercado.

Por ello, los programas contemplan la mejora simultánea de las aptitudes cárnicas y de las cualidades maternales de las razas de carne, siempre teniendo en cuenta el medio en que se desenvuelve el ganado.

Esta mejora implica actuar sobre las siguientes características detalladas en la tabla 1.

Tabla 1. Características sobre las que actuar en un programa de mejora de rebaños de aptitud cárnica

Cárnicas	• Mejora del crecimiento del producto en los periodos de lactancia y cebo, así como de la eficiencia alimenticia del cebadero • Mejora de los rendimientos económicos de las canales: Peso a la canal oreada, conformación y engrasamiento
Maternales	• Mejora de la aptitud reproductiva: Fertilidad e intervalo de partos • Precocidad sexual • Cuidado maternal hasta el destete: Aptitud al parto, viabilidad de los terneros y capacidad lechera
Otras	• Obtención de animales armónicos que permitan la máxima expresión de los caracteres productivos o funcionales deseables • Docilidad y rusticidad.

Criterios de selección

En las diferentes razas cárnicas, los criterios de selección más destacados son:

Índices Simples

- Peso al nacimiento: nos indica aquellos progenitores que transmiten pesos al nacimiento livianos, facilitando el parto
- Aptitud al Parto: nos interesa su efecto genético aditivo materno, que valora la aptitud al parto de la vaca
- Peso a la edad tipo de 120 días: a esta edad se entiende que el ternero depende exclusivamente de la leche materna para su alimentación. Por lo tanto, este índice tiene un doble efecto:
  - Efecto genético aditivo materno: medida que permite evaluar la habilidad maternal criadora
  - Efecto genético aditivo directo: medida de la capacidad de desarrollo propia del ternero aportado por la mitad del valor genético aditivo del padre y de la madre
- Peso a la edad tipo de 210 días: a esta edad el ternero ya ha sido destetado y está comiendo pienso. Nos da una idea de su potencial de crecimiento. Está muy correlacionado con el peso al sacrificio. En algunas razas y en Francia se utiliza el peso a 210 días, efecto materno, como referencia de la habilidad criadora de la vaca ya que el destete es muy tardío
- Morfología: desarrollo muscular y esquelético (DM y DE) de los terneros controlados, teniendo en cuenta su situación en el momento de la calificación (destetado, recién destetado o aún sin destetar)
- Peso de la canal oreada al año de edad: que nos permite una selección de productores de canales pesadas y fuertes crecimiento

- Conformación de la canal: que nos permite la selección por conformación según la escala SEUROP
- Engrasamiento de la canal: que nos da una valoración de la selección por la calidad de la carne. Muy interesante su relación con la precocidad y con la rusticidad a causa de la facilidad para acumular reservas grasas de estos individuos

Índices Compuestos

- Al destete: muy utilizados en Francia en su famosa indexación *IBOVAL* (*Indexation des BOVins ALlaintantes)* de las vacas nodrizas sobre su producción en granja desde el nacimiento hasta el destete. Son dos: el índice al destete (*ISEVR*) y el índice de valor maternal (*IVMAT*). El primero combina el peso al nacimiento, el peso a 210 días, el DM y DE permitiendo la selección de reproductores de gran valor en la producción de pasteros. El *IVMAT* combina los criterios de *ISEVR* con los efectos maternos del peso a 210 días y la aptitud al parto, ampliando la selección de reproductores hacia la producción de excelentes vacas nodrizas
- Para Carne: combinan índices de granja como el peso al nacimiento y a 210 días, con índices de matadero (peso, conformación y engrasamiento de la canal) con el fin de asegurar la selección de animales de máxima vocación carnicera.
- Para Vida: al contrario del anterior combina una selección por caracteres maternales como la aptitud al parto, la habilidad maternal criadora,... con el fin de orientar la selección hacia la vaca rústica

Etapas del programa de mejora

APORTADA POR EL GANADERO: Control genealógico, reproducción, manejo

CONTROLADOR PECUARIO: Comprobación de la información anterior e identificación de los animales, pesadas trimestrales de terneros

CALIFICADOR: Calificación Morfológica

OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN: Cebaderos, estaciones de testaje, mataderos

ASOCIACION REGIONAL: Informatización de los controles, resumen de información

CENTRO DE INVESTIGACIÓN: estudio de factores ambientales estima de parámetros genéticos, evaluación genética de animales, tendencia genética de la población, ...

ASOCIACIÓN NACIONAL: Edita el catálogo de reproductores

ASOCIACION REGIONAL: Recibe evaluaciones y entrega a los ganaderos

CENTROS DE TESTAJE: Selección de los novillos a la entrada de la serie

CENTRO de INSEMINACION: Extracción y difusión del material seminal

GANADERO: Elige los reproductores en base a las evaluaciones y a lo que quiere mejorar en su rebaño. Acoplamientos. Conexión de ganaderías

ADMINISTRACIÓN: Debe participar por un lado para dar garantía a los resultados y por otro para apoyar la continuidad del programa

1. Recogida de información en las ganaderías en control de rendimientos

Para desarrollar las actividades de mejora genética, es imprescindible conocer la situación real del modelo de producción ganadera de la raza, y es a través del control de rendimientos en campo mediante el que recogemos pesos e información de nuestros terneros y vacas en condiciones reales.

Las ganaderías que están en control de rendimientos constituyen el **NÚCLEO DE SELECCIÓN** de la raza. De ellas se recolecta principalmente la información siguiente:

Información aportada por el ganadero

- Identificación genealógica de machos y hembras
- Fecha de partos
- Sexo y genealogía del producto
- Peso al nacimiento: estimado por cinta métrica o báscula antes de las 24 h post parto
- Aptitud al parto de la madre: mediante una escala objetiva de 1 a 5 (tabla 2)

Tabla 2. Escala de valoración de aptitud al parto de la madre en vacas nodrizas

1	2	3	4	5
Muy Fácil, sin ayuda ganadero	Fácil, con ayuda ganadero	Difícil, asistencia veterinaria	Cesárea	Distocia

Información recogida por el controlador pecuario

Pesadas trimestrales mediante báscula móvil de todos los terneros existentes en las explotaciones para poder extrapolar los pesos trimestrales a las edades tipo de 120 y 210 días.

Se puede usar la variedad de autocontrol en la que el ganadero tiene la báscula fija en su casa y efectuará el mismo las pesadas trimestrales bajo la supervisión ocasional del controlador que dará veracidad a los datos así recogidos.

Información aportada por el calificador:

El control de rendimientos junto con la calificación morfológica de los animales, son las piezas básicas para la obtención de los datos que expliquen la capacidad biológica de los animales para producir beneficio económico.

Por contra a otras técnicas de medición o de apreciación de los animales que pudieran parecer más objetivas, la observación morfológica destaca como el método más fiable y menos costoso. Para obtener el Desarrollo Esquelético, las mediciones corporales son difíciles de llevar a cabo en el animal y son de una interpretación delicada en animales en crecimiento. En cuanto al uso de ultrasonidos para medir la amplitud de ciertos músculos se manifiesta como una técnica muy pesada para ser realizada de una manera rutinaria en granja. De esta manera la Calificación es el método más rápido ya que puede realizarse sin manipulación ni contención del animal.

Desde un punto de vista económico, el enfoque de la calificación está relacionado con el criterio del mercado del vacuno de carne, por ello se refiere también al Desarrollo Muscular, carácter morfológico muy relacionado con la conformación de la canal.

La Calificación realizada de una manera analítica, que descompone al animal en sus partes para componer una nota global, aparte de su precisión tiene un indudable valor pedagógico. Se trata de un enfoque objetivo y descriptivo del animal.

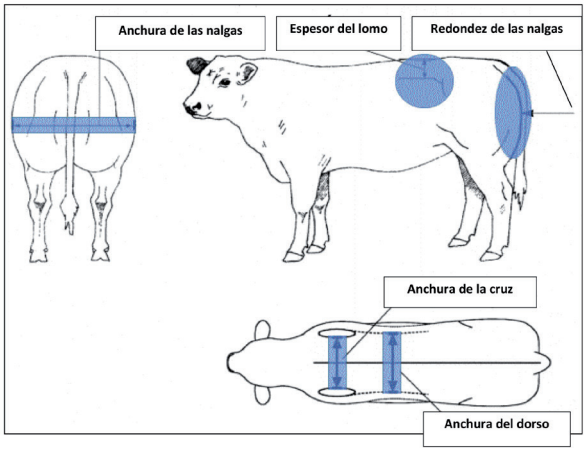
- Las bases de la calificación morfológica

El Desarrollo Muscular (DM)

La puntuación de DM se refiere a los principales trozos cárnicos en la tabla del carnicero:

- La Cruz, cuya anchura indica el desarrollo del costillar
- EL Dorso, (anchura del dorso) y el Lomo (espesor del lomo) que si son anchos y espesos, manifiesta una buena cinta de chuletas y un excelente solomillo
- La Nalga, con su anchura, redondez y longitud, tiene un indudable valor carnicero (cortes de cadera, babilla...)

Los caracteres del Desarrollo Muscular no se deben juzgar de una manera subjetiva de "es bueno" o "no me gusta" porque deben indicarnos el nivel de desarrollo de las masas musculares. Para la anchura de cruz por ejemplo, la cuestión es saber si tiene músculo entre las paletillas. Los caracteres de DM que describen la cantidad de carne de un animal, son los más fáciles de juzgar. Sus puntuaciones se consideran como las más homogéneas y repetibles.



El Desarrollo Esquelético (DE)

El esqueleto cumple dos funciones. En primer lugar sirve de punto de inserción de los músculos y su desarrollo va ligado a la amplitud de la masa muscular. Pero el esqueleto tiene también un papel esencial en todas las funciones vitales del animal ya que de su forma y volumen dependen tanto la capacidad respiratoria y cardiaca como la capacidad digestiva y de reproducción de la hembra (facilidad de parto...).

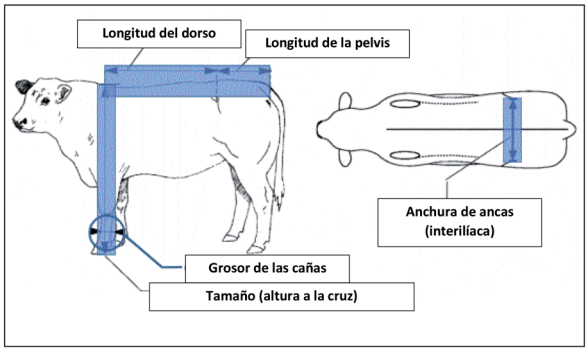
Es por esta razón que la calificación se interesa por:

- La Talla del animal (altura a la cruz) aplicada a un animal joven da una información sobre el potencial de crecimiento y su tamaño como adulto.
- La Longitud del Dorso, del que depende el desarrollo longitudinal de la tira de costillas y del solomillo. Ha de ser doble que la longitud de pelvis
- La Pelvis (Longitud de la pelvis y anchura de ancas y trocánteres) donde su amplitud está en relación con la anchura de nalga del animal y también con la aptitud al parto
- El grosor de las cañas, ligado a la estructura ósea del animal junto a la solidez de los aplomos. Nos da una idea de la finura del individuo, lo que redunda en un mayor rendimiento a la canal

Éstas características del DE son más difíciles de apreciar, en especial las longitudes. ¿Qué es un animal largo? Es preciso tener referencias sólidas y hacer una abstracción del medio donde se realiza la puntuación que puede afectar seriamente a la misma (perspectiva, altura del suelo del establo, tentación de comparar con animales próximos...).

Por lo tanto es preciso puntuar al animal en referencia a un "patrón" que debe existir en la memoria para una edad y raza determinada. Es por esta razón que se hace imprescindible conocer la fecha de nacimiento (sin fiarse del desarrollo de los cuernos u otras referencias para establecer la edad).

La evaluación del DE debe, en resumen, apreciar el volumen que a manera de cilindro constituyen la altura (tamaño), la longitud (longitud de dorso y pelvis), y la anchura (anchura de ancas y trocánteres).

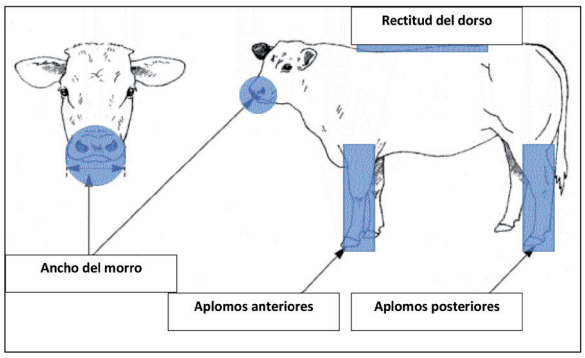


Las Aptitudes Funcionales (AF)

Las Aptitudes Funcionales recogen información de aquellos caracteres que permiten que el animal "funcione" y están relacionados con su longevidad y una mayor vida útil del mismo. Son difíciles de calificar.

Las AF se interesa sobre:

- Hocico (Anchura de morro): constituye la "máquina de segar" del animal. Su anchura influye sobre su capacidad de pacer, por lo que deberá ser lo mas ancho posible y sin defectos transmisibles (animales picones, belfos...)
- Aplomos (anteriores y pósteriores), su correcto desarrollo y aplomo permite la locomoción del animal y su máximo aprovechamiento en pastoreo. No olvidemos la importancia de los aplomos pósteriores en los machos en la época de cubrición
- Dorso (Rectitud del Dorso), es la "viga maestra" de la que pende la estructura del animal. Su ensillamiento provocará defectos en aplomos y afectará a las capacidades torácica y abdominal
- La Profundidad del Pecho, que indica la capacidad de la caja torácica, lugar donde se encuentran alojados los pulmones y el corazón
- Inclinación de la Pelvis (grupa), relacionado con la inserción de los aplomos pósteriores, fertilidad y facilidad de parto



Los Caracteres Raciales (CR)

Determinan el grado de fidelidad de un animal al estándar racial.

Hay dos tipos de calificación morfológica, según el momento en que se realiza:

- De ternero: entre 4 y 12 meses de edad. Se utiliza para valorar genéticamente la aptitud para la producción de pasteros de los progenitores. Muy seguida en Francia, ya que los ingresos de muchas de sus ganaderías provienen de la exportación de terneros a Italia
- De adultos: se realiza a una edad variable según cada libro genealógico, generalmente al inicio de la actividad reproductora

Teniendo en cuenta los distintos fines que se persiguen, se plantean distintos objetivos de mejora, orientadas a mantener e incluso incrementar la variabilidad genética de cada raza.

Así se plantean tres líneas de selección:

a. Tardía: Animales voluminosos y pesados en los que predomina su desarrollo esquelético
b. Precoz: Animales conformados en los que predomina su desarrollo muscular y su vocación carnicera
c. Mixta: Intermedia entre las dos anteriores

Otras fuentes de información

El sistema de trazabilidad elaborado por la UE pone en manos de la selección ganadera una fuente inagotable de información. En el SITRAN (Sistema Integral de Trazabilidad Animal) quedan registradas todas las explotaciones bovinas nacionales, incluidos los cebaderos y mataderos. Los caracteres aportados por éstos últimos al SITRAN son: peso de la canal fría en kg, clasificación de la canal según la sistemática SEUROP (CEE nº 2930/81, 1981), con conformación y engrasamiento de cobertura, color y pH a las 24 h. del sacrificio. Esto es, los registros disponibles son abundantes y se pueden emplear a muy bajo costo

El análisis genético de estos datos permitirá trabajar en logro de los objetivos de selección establecidos para cada raza.

2. Análisis de la información

La asociación regional/nacional de ganaderos de la raza actúa como punto de almacenamiento de la información recogida es las explotaciones y desde éstas se remite con carácter anual o semestral a los centros de investigación nacionales (universidades, institutos científicos...), para su análisis.

Para corregir y analizar los efectos de los distintos factores que influyen en las producciones, se utiliza la metodología BLUP-Modelo Animal, que emplea no sólo los rendimientos propios de cada individuo sino también las de sus parientes (ancestros, medio hermanos y hermanas, colaterales y descendientes).

Los efectos ambientales o no genéticos se han separado de los genéticos, con el fin de poder comparar los rendimientos de los terneros nacidos en varios años y criados en condiciones diferentes. Estos efectos ambientales comprenden aquellos que tienen un efecto claro sobre las producciones como son el sexo del ternero, la edad de la madre, el rebaño/año/estación de nacimiento, el manejo del rebaño en general y el de grupos diferentes dentro del rebaño, el matadero...

No olvidemos que si queremos realizar una valoración genética de la población, debe existir un flujo de genes compartidos entre los animales de diferentes ganaderías para que los índices genéticos sean comparables entre todos y no sólo entre los de la misma ganadería (valoración intrarrebaño). Esto es, los animales de los diferentes rebaños deben guardar una mínima relación genética o dicho de otra manera, los rebaños deben estar "conectados". Para garantizar la existencia de estos vínculos genéticos los diferentes esquemas de selección establecen el uso de la inseminación artificial como herramienta conectora.

Los parámetros genéticos sirven para evaluar las precisiones de las predicciones del valor genético de los animales y las respuestas genéticas de un programa de mejora. Éstos son:

- La heredabilidad: proporción de la varianza total de un carácter que es atribuible a la varianza genética aditiva. Indica el grado de cambio que se produce en una población seleccionando a los mejores reproductores para este carácter
- La repetibilidad: es la correlación entre el valor genético real y el expresado por el índice. Expresa la exactitud de la predicción reflejada en el índice. Así, en los catálogos de reproductores, encontraremos a cada índice genético acompañado por su repetibilidad
- La correlación genética: indican la influencia que ejercería la selección a favor de un carácter en los otros caracteres no seleccionados. Si la correlación es negativa entre dos caracteres, la selección a favor de uno de ellos empeoraría al otro. Ejemplo: La existente entre los caracteres de conformación y engrasamiento de la canal

Tabla 3. Parámetros genéticos usados en la valoración *IBOVAL* de la raza limousine en Francia (año 2012)

	Peso Ncto.	Peso 210 dir.	Peso 210 mat	DM	DE	Gro-sor de cañas
Peso Ncto.	0,48	0,69				
Peso 210 dir.		0,36	-0,31			
Peso 210 mat.			0,09			
DM				0,22	-0,14	0,33
DE					0,33	0,52
Grosor de cañas						0,14

En diagonal y en azul las heredabilidades. En negro, las correlaciones genéticas

3. Aplicación de resultados

Una vez realizada la valoración genética llega la hora de tomar decisiones, tanto a nivel de raza (asociación nacional) como de cada ganadería.

En Francia son famosos los informes genéticos del rebaño de vacas nodrizas o *BGTA* (*Bilan Génétique du Troupeau Allaitante*) que se publican a partir de la valoración *IBOVAL*. Esta información

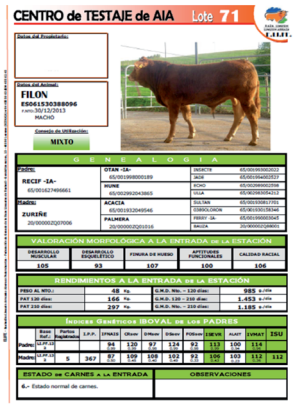
permite situar el nivel genético de la ganadería, analizar su evolución desde el año anterior y ver las diferencias con la media de la raza.

Además, tanto los *BGTA* como los otros informes genéticos de la explotación ganadera elaborados por cada raza incluyen los índices de cada individuo para cada carácter valorado, constituyéndose así en el documento base en el que consultar tanto para seleccionar los progenitores de la próxima generación como para tomar decisiones sobre los acoplamientos a efectuar y que animales hay que eliminar.

Qué duda cabe que como asociación se deben tomar las determinaciones de mejora que afecten a toda la población, principalmente la de identificar a aquellos machos mejorantes con los que trabajar en inseminación artificial, hacer el seguimiento de las producciones de los novillos en prueba, elegir aquellas hembras con las que realizar trasplante de embriones. Son múltiples las publicaciones raciales que destacan a estos reproductores sobresalientes con el objetivo de hacer difusión de la raza incluso entre los desconocedores de la misma.

A partir de estos informes genéticos se elaboran los índices de pedigrí de los terneros, información genética que junto a sus rendimientos individuales en la ganadería y su morfología forman los criterios de selección de los candidatos a entrar en las Estaciones de Testaje de sementales de las diferentes razas cárnicas. Estos terneros vienen a entrar a los centros con una edad de 6-9 meses y tras un periodo de testaje de 6 meses aproximadamente, salen a la venta en las diferentes subastas nacionales que se celebran en nuestra geografía.

Durante el periodo de testaje se controla la evolución que van teniendo los novillos en sus ganancias en peso. Si es posible disponer de collares magnéticos se puede contrastar el consumo individual de pienso respecto al crecimiento en peso corporal, obteniendo así el índice de conversión del animal. Cada vez que se pesan, generalmente una vez al mes, se pueden tomar medidas zoométricas para tener una visión más exacta de la proyección del individuo.



LA REVOLUCIÓN GENÓMICA

La GENÓMICA se ha instalado en la raza limousine francesa como herramienta de selección ganadera habitual. Otras razas bovinas de carne, entre ellas las autóctonas españolas, están siguiendo su camino.

Este instrumento es particularmente útil para evaluar de manera precoz el potencial genético de los animales jóvenes y, principalmente, el de aquellos caracteres maternales necesarios a tener en cuenta en la selección de las novillas.

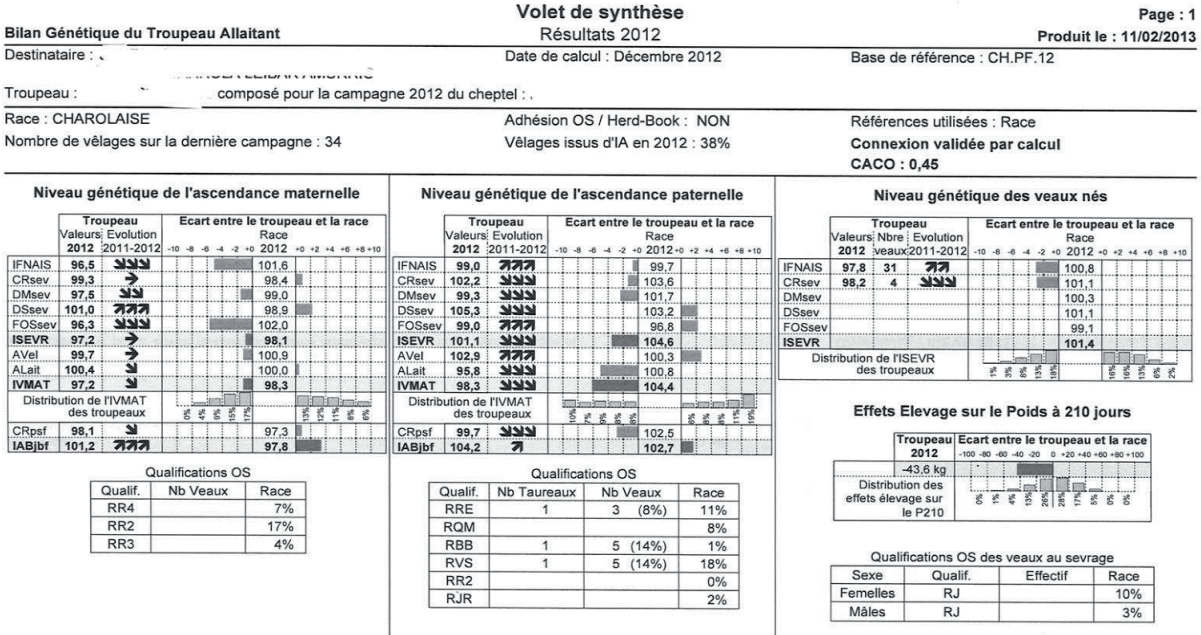
Pero no olvidemos que el primer paso para implementar un programa de estas características es la creación de una población de referencia de animales pertenecientes a un programa de control de rendimientos bien diseñado y completo.

Y es por estos propósitos, donde la labor de recogida de información debe continuar y crecer, ya que el control de rendimientos seguirá siendo la principal fuente de conocimiento de nuestra cabaña ganadera.

Al final del periodo, los animales pasarán por una calificación morfológica y tras el análisis de toda la información disponible se elabora algún índice compuesto formado por diferentes caracteres y con unas ponderaciones establecidas por la asociación de criadores buscando una mayor rentabilidad económica a la producción de estos jóvenes sementales. A partir de los diferentes valores de este índice se puede establecer un ranking de los animales del testaje, considerando que han superado la prueba el 50% superior.

Así por ejemplo, en la raza *Blonde de Aquitania*, se vio como óptimo el uso de siguiente índice compuesto IC= 0,25 Peso a 365 días + 0,05 Altura a la cruz a 365 días + 0,45 Morfología + 0,25 Ganancia Media Diaria en el periodo de control.

El siguiente paso de casi todos los esquemas de selección es el destinar a los dos o tres novillos mejores de la series de testaje, a la inseminación artificial como novillos en prueba. Por lo tanto se distribuirá su material seminal por las explotaciones en control de rendimientos y al nacer sus productos, éstos serán controlados junto al resto. Se inicia por tanto el testaje definitivo del semental, esto es, el testaje en descendencia.



Volet de synthèse
Résultats 2012

Page : 1
Produit le : 11/02/2013

Bilan Génétique du Troupeau Allaitant
Destinataire : .
Date de calcul : Décembre 2012
Base de référence : CH.PF.12

Troupeau : composé pour la campagne 2012 du cheptel : .
Race : CHAROLAISE
Nombre de vêlages sur la dernière campagne : 34
Adhésion OS / Herd-Book : NON
Vêlages issus d'IA en 2012 : 38%
Références utilisées : Race
Connexion validée par calcul
CACO : 0,45

Niveau génétique de l'ascendance maternelle

	Troupeau Valeurs 2012	Evolution 2011-2012	Ecart entre le troupeau et la race Race 2012
IFNAIS	96,5		101,6
CRsev	99,3		98,4
DMsev	97,5		99,0
DSsev	101,0		98,9
FOSsev	96,3		102,0
ISEVR	97,2		**98,1**
AVel	99,7		100,9
ALait	100,4		100,0
IVMAT	97,2		**98,3**
Distribution de l'IVMAT des troupeaux			0% 4% 9% 35% 17% 13% 13% 8% 6%
CRpsf	98,1		97,3
IABjbf	101,2		**97,8**

Qualifications OS

Qualif.	Nb Veaux	Race
RR4		7%
RR2		17%
RR3		4%

Niveau génétique de l'ascendance paternelle

	Troupeau Valeurs 2012	Evolution 2011-2012	Ecart entre le troupeau et la race Race 2012
IFNAIS	99,0		99,7
CRsev	102,2		103,6
DMsev	99,3		101,7
DSsev	105,3		103,2
FOSsev	99,0		96,8
ISEVR	101,1		**104,6**
AVel	102,9		100,3
ALait	95,8		100,8
IVMAT	98,3		**104,4**
Distribution de l'IVMAT des troupeaux			10% 7% 5% 8% 8% 5% 3% 3% 11% 19%
CRpsf	99,7		102,5
IABjbf	104,2		**102,7**

Qualifications OS

Qualif.	Nb Taureaux	Nb Veaux	Race
RRE	1	3 (8%)	11%
RQM			8%
RBB	1	5 (14%)	1%
RVS	1	5 (14%)	18%
RR2			0%
RJR			2%

Niveau génétique des veaux nés

	Troupeau Valeurs 2012	Nbre veaux	Evolution 2011-2012	Ecart entre le troupeau et la race Race 2012
IFNAIS	97,8	31		100,8
CRsev	98,2	4		101,1
DMsev				100,3
DSsev				101,1
FOSsev				99,1
ISEVR				**101,4**
Distribution de l'ISEVR des troupeaux				1% 3% 6% 13% 18% 16% 13% 6% 2%

Effets Elevage sur le Poids à 210 jours

	Troupeau 2012	Ecart entre le troupeau et la race
	-43,6 kg	
Distribution des effets élevage sur le P210		0% 1% 4% 15% 28% 28% 17% 5% 0% 0%

Qualifications OS des veaux au sevrage

Sexe	Qualif.	Effectif	Race
Femelles	RJ		10%
Mâles	RJ		3%

IFNAIS : Facilité de naissance ; CRsev : Potentiel de croissance ; DMsev : Développement musculaire ; DSsev : Développement squelettique ; FOSsev : Finesse d'os ; ISEVR : Index de production de viande au sevrage
AVel : Aptitude au vêlage ; ALait : Aptitude maternelle à l'allaitement ; IVMAT : Index de valeur maternelle au sevrage ; CRpsf : Potentiel de croissance des femelles post-sevrage ; IABjbf : Index Aptitudes bouchères sur une production de jeunes bovins en ferme

AN INTRODUCTION TO GENOMICS

Dr. John B. Cole
Animal Genomics and Improvement Laboratory
Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture, Beltsville, MD, USA

Abstract

Genomic selection (GS) is a tool for the genetic improvement of livestock based on linkage relationships between markers and quantitative trait loci (QTL). The use of GS in livestock populations has had only limited success historically because of high genotyping costs and difficulties associated with marker validation. High-speed genotyping of large numbers of single nucleotide polymorphisms (SNP) became affordable for dairy cattle late in 2007, which has allowed development of genomic selection programs. In addition to increasing rates of genetic improvement and reducing costs of progeny testing, genomic evaluations produce estimates of the contributions of individual markers to additive genetic merit. Most traits of economic importance in dairy cattle are controlled by many genes, each of small effect, which means that a large amount of data are needed to estimate the effects accurately. Dense markers are necessary to ensure that associations between markers and QTL persists across families, and permit accurate imputation of parental haplotypes.

Introduction

Marker-assisted selection exploits linkage relationships between markers and QTL to provide genomic information for traits of interest. Smith (1967) first proposed the use of DNA markers in dairy cattle improvement programs, but the technology to implement such schemes was not available at the time. High-speed genotyping of large numbers of DNA markers became affordable for dairy cattle late in 2007, which permitted the development of genomic selection programs as originally described by Nejati-Javaremi *et al.* (1997). In addition to increasing rates of genetic improvement and reducing costs of progeny testing (Schaeffer, 2006), genomic evaluations produce estimates of the contributions of individual markers to additive genetic merit. Earlier studies involved at most a few hundred markers, while current studies include tens- or hundreds-of-thousands of markers, the results of which must be evaluated statistically rather than by individual inspection. The objective of this paper is to describe the implementation of GS in dairy cattle populations using systems which combine genotypic, phenotypic, and pedigree data to increase the accuracy of estimates of genetic merit and decrease generation interval.

Genetic markers

From Sax's (1923) demonstration almost a century ago that it is possible to identify the effect of individual loci on quantitative traits, geneticists have searched for markers linked to traits of scientific interest or economic importance. Animal blood groups were used for parentage verification for many years (Stormont, 1967), as well as for some early QTL mapping attempts (e.g., Neimann-Sorensen *et al.*, 1961). Restriction fragment length polymorphisms, first described in the early 1970s, were successfully used to identify many QTL in plants, but were often found to be monomorphic in animals. Following the discovery of the polymerase chain reaction in 1986 and the rapid development of related technologies, microsatellite markers became the marker of choice in livestock studies (e.g., Ashwell *et al.*, 2004). However, microsatellites are relatively slow and expensive to genotype, limiting the number available for QTL studies. Interested readers are referred to Weller (2001) for a detailed discussion of early work with genetic markers.

The ideal genetic marker is distributed uniformly across the genome, may be rapidly genotyped, and is inexpensive. Following the completion of a draft assembly of the bovine genome in 2009, tens-of-thousands of SNP were discovered. Recent results from the 1000 Bull Genomes Project indicate that there are one the order of 31 million variants in the bovine genome (Hayes *et al.*, 2014). These biallelic (having only 2 states) markers can be used to track the inheritance of short chromosomal segments. If enough data are available then the effect of each SNP on a phenotype of interest may be predicted with high accuracy. The dairy cattle population is ideally suited for this analysis because millions of phenotypes are available for traits of interest, pedigrees extend back many generations, individual animals are valuable, and historical collections of DNA are available.

Genomic selection

Development of SNP chips

After the bovine genome was sequenced, an international consortium of government, university, and industry cooperators was assembled to work with Illumina (San Diego, CA) to develop a set of SNP to be included on a genotyping chip. The resulting set of 54,001 SNP was included in the original release of the Illumina BovineSNP50 BeadChip (Matukumalli *et al.*, 2009), which became publicly available in December 2007. Genotypes from the Beltsville Agriculture Research Center (MD), University of Missouri (Columbia), and University of Alberta (Edmonton, AB, Canada) were used to identify SNP suitable for inclusion in genomic evaluation. Markers were excluded for many reasons, such as low call rates (genotypes frequently could not be determined), low minor allele frequencies (variants occurred too rarely), or high correlations with adjacent SNP (added little new information) (Cooper *et al.*, 2013). Procedures for using SNP to detect errors in pedigrees also were developed. In many cases where parents are shown by genotyping to be incorrect, the correct parents can be identified (VanRaden *et al*, 2013).

A number of additional SNP chips currently are in use, including: a second version of the BovineSNP50, 3K and 6K low-density (LD) chips, and a high-density (HD) chip from Illumina; the GeneSeek Genomic Profiler, a customized version of the 6K Illumina LD chip, developed by GeneSeek (Lincoln, NE); and 10K and 25K chips from Affymetrix (Santa Clara , CA). Most bulls that produce semen for sale by major artificial insemination (AI) firms have BovineSNP50 genotypes, while most cows are genotyped using an LD chip. Low-density genotypes may be imputed to 50K and to HD genotypes with a high degree of accuracy (VanRaden *et al.*, 2011a). The National Dairy Database in the US now includes almost

1,000,000 genotypes from cows and bulls using many different SNP platforms (Figure 1). Contrary to expectations, research has found greater reliability gains from the use of additional predictor animals than from additional markers provided by HD genotypes.

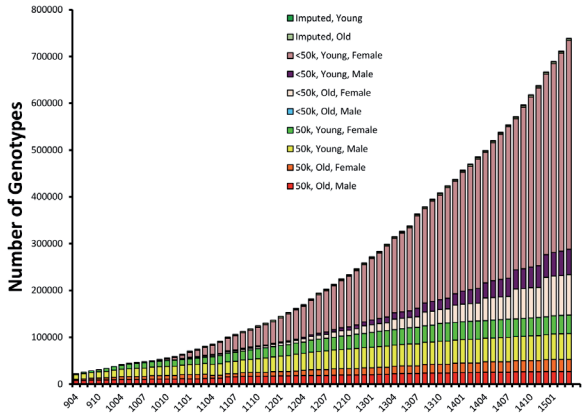


Figure 1. The number of genotypes in the National Dairy Database by SNP chip type and sex and age of animal (Imputed: genotype imputed from relatives; <50k: chips with fewer than 50k SNP; 50k: chips with 50k or more SNP, including high-density genotypes). The run date indicates the year and month of the official evaluation for which the counts are listed (e.g., 1501 indicates the January 2015 run). "Old" animals are used to predict the SNP effects which are used to compute genomic PTA for the "Young" animals

Estimation of genomic predicted transmitting abilities

For many years, dairy cattle genetic improvement programs have been based on the mixed model methodology developed by Henderson (1984). In a simple mixed model analysis, a phenotype is modeled as a function of fixed (e.g., sex) and random (e.g., additive genetic) effects:

$y = Xb + Zu + e$

where y is a vector of phenotypes; X and Z are design matrices relating observations to levels of fixed and random effects, respectively; b is a vector of values for fixed effects; u is a vector of random animal breeding values; and e is a vector of residual error effects. Under an infinitesimal alleles model of inheritance $Var(u) = A\sigma_a^2$, where A is the numerator relationship matrix that describes the genetic (co)variances among the animals in the population, and is the additive genetic variance σ_a^2. The relationship matrix in a traditional animal model is calculated using pedigree relationships among the animals in a population. In a genomic model, pedigree relationships are replaced with relationships estimated from the genotypes (G).

Allele effects are estimated using phenotypic and genotypic information from a predictor population of animals with high-reliability predicted transmitting abilities (PTA) for the traits of interest ("Old" animals in Figure 1). Those PTA are used to predict the marker effects and do not include genomic information, avoiding part-whole confounding, and may be used to calculate genomic evaluations for animals without traditional evaluations (VanRaden, 2008). When the first official US genomic evaluations were released in January 2009, the predictor population included Holstein bulls born primarily between 1995 and 1997, and the resulting SNP effects were used to produce genomic PTA for younger animals. Models with heavy-tailed distributions of SNP effects accommodate traits on which one or a few genes have large effects (Cole *et al.*, 2009), such as fat yield (Figure 2). Marker effects must be periodically re-estimated, so phenotypes must be collected continuously.

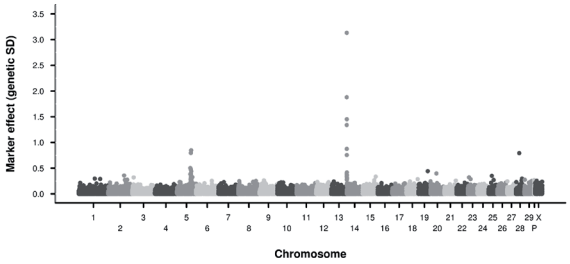


Figure 2. Marker effects in additive genetic standard deviations (SD) of 45,187 single nucleotide polymorphisms for fat yield in US Holsteins (P = pseudo-autosomal region of the X chromosome; X = remainder of the X chromosome)

Final genomic predictions combine 3 terms by selection index: 1) direct genomic prediction; 2) parent average (PA) or PTA computed from genotyped ancestors using traditional relationships; and 3) published PA or PTA. For each animal, a 3 × 3 matrix is set up with reliabilities for the 3 terms on the diagonals and functions of those 3 reliabilities on the off-diagonals. Reliabilities of direct genomic predictions are approximated using the genomic relation of each animal to the predictor population and the reliability of the predictor evaluation. Misztal *et al.* (2009) have developed an alternative approach for combining all information in a single-step. Their approach is based on replacing A with a matrix (H) including both pedigree and genotypic information, which addresses the problem of genomic pre-selection of young bulls, a source of bias in genomic evaluations.

An important result from genomic selection relates to flushes of embryos, which are commonly used to produce young bulls as candidates for use in artificial insemination programs. Under tradiitional animal model BLUP all embryos in a flush receive the same parent average estimate of genetic merit, even though they do not receive identical genomes because of recombination during meiosis (e.g., Cole and Null, 2013). Genotyped full-siblings from the same embryo have different GPTA so that selection candidates can be ranked. This provides AI firms with greater certainty when purchasing young bulls, and it provides breeders with a powerful tool for identifying the best heifers in their herds for use as bull dams.

Selection on genomic breeding values

The genomic PTA computed using the genotype information are used in several ways. Many countries have implemented GS in their breeding programs and encourage the widespread use of young, genomically evaluated bulls (Wiggans *et al.*, 2011). Hutchison *et al.* (2014) showed that use of genomically evaluated young bulls is common in the US, and that it has greatly reduced the generation interval and improved the rate of genetic gain. Dairy farmers are willing to use semen from young bulls that have high-ranking GPTA rather than lower-ranking bulls with conventional progeny tests. Silva *et al.* (2014) provided a recent detailed review of the use of genomic evaluations in dairy selection programs.

Other uses of genomic breeding values

There are many applications for genomic information other than the prediction of breeding values. The most notable recent application is probably the use of haplotypes in combination with next-generation sequencing data to identify causal variants associated with recessives. The methodology for identifying recessive haplotypes by searching for a deficit of homozygotes was first described by VanRaden *et al.* (2011b), and its use in

combination with sequence data to identify a causal variant (*APAF1*, associated with the HH1 haplotype) was reported by Adams *et al.* (2012). Additional details are provided in VanRaden *et al.* (2012). The US currently tracks 24 recessive haplotypes, and the causal variant for many of those conditions is known (Cole *et al.*, 2013). The haplotypes include lethal recessive conditions, such as brachyspina, as well as haplotypes for hair coat color and polledness. While in theory genomic selection should result in lower rates of inbreeding (Daetwyler *et al.*, 2007), it has not been true in practice (e.g., VanRaden *et al.*, 2011c). Sun *et al.* (2013) showed that the use of genomic rather than pedigree inbreeding coefficients in mating programs results in decreased progeny inbreeding, and the economic value of using genomic relationships is $3 million per year for US Holsteins when applied to all genotyped females. These results are consistent with the work of Pryce *et al.* (2012), who also found that it is beneficial to consider genomic inbreeding when allocating mates. However, Cole and VanRaden (2011) showed that the best chromosomal genotypes generally consist of two copies of the same haplotype, even after adjustment for inbreeding, underscoring the tension between strategies that ensure maximal rates of genetic gain versus those that try to balance selection response against the need to maintain genetic diversity in the population.

Adoption by the dairy industry

Genomic selection was rapidly adopted by the US dairy cattle industry, with AI firms providing much of the DNA and money needed to genotype thousands of animals. Additional funding for genotyping came from research grants and individual breed organizations. In return for their support, the AI organizations received the exclusive right to have males genomically evaluated until May 2013. Much of the initial genotyping was performed by the Bovine Functional Genomics Laboratory (ARS, USDA, Beltsville, MD), with some assistance from the commercial genotyping laboratories GeneSeek (Lincoln, NE) and Genetics & IVF Institute (Fairfax, VA). Several other commercial laboratories now provide sample processing and genotyping services, including DNA LandMarks (Saint-Jean-sur-Richelieu, QC, Canada), Genetic Visions (Middleton, WI), and Expression Analysis (Durham, NC). Zoetis (Florham Park, New Jersey, USA) provides genotyping and management services through their CLARIFIDE® product in the US and internationally.

While the initial genotyping was underway, VanRaden (2008) used simulated data to develop and test a genomic evaluation system that was able to process real genotypes as soon as they became available in December 2007. The first unofficial USDA evaluations based on SNP genotypes were released to the industry in April 2008. Genomic evaluations became official for Holsteins and Jerseys in January 2009 and for Brown Swiss in August 2009. Many other countries also have adopted genomic evaluations systems (Loberg and Dürr, 2009). including Australia, Britain, Canada, Italy, New Zealand, and Switzerland. Canada, Great Britain Italy, the US, and the UK currently exchange genotypes, increasing the size of each country's predictor population. A cooperative endeavor called EuroGenomics was established in 2009 by 5 European breeder-owned companies that represent Belgium, Denmark, Finland, France, Germany, the Netherlands, Spain, and Sweden.

Conclusions

The adoption of genetic evaluations including genomic information by the global dairy genetics industry has been very rapid. Results shows that the genomic predictions for young animals are very accurate, maintaining selection intensity, and that young bulls are being used extensively, reducing the generation interval. As the number of genotyped cows continues to increase, the demand for improved mating tools will increase. Small breeds which do not have large populations for predicting SNP effects will have a challenge in maintaining commercial viability against breeds that do.

The Animal Genomics and Improvement Laboratory (ARS, USDA, Beltsville, MD) provides an extensive collection of information including peer-reviewed publications, scientific presentations, and software on its website (http://aipl.arsusda.gov/). Substantial material, including genetic evaluation results and educational materials, is available from the Council on Dairy Cattle Breeding's website (https://www.cdcb.us/). The International Bull Evaluation Service (Uppsala, Sweden) publishes lots of information related to genetic evaluation programs in member countries on its website (http://www.interbull.org/) and in its journal, the Interbull Bulletin.

Acknowledgments

The author appreciates the cooperation of the Council on Dairy Cattle Breeding (Reynoldsburg, OH, USA) and the Cooperative Dairy DNA Repository (Columbia, MO, USA) in supplying pedigree, performance, and genotype data for use in this research. John B. Cole was supported by ARS-USDA appropriated project 1245-31000-101-00, "Improving Genetic Predictions in Dairy Animals Using Phenotypic and Genomic Information".

Mention of trade names or commercial products in this paper is solely for the purpose of providing specific information and does not imply recommendation or endorsement by the US Department of Agriculture.

References

Adams, H.A.; Sonstegard, T.; VanRaden, P.M.; Null, D.J.; Van Tassell, C.; Lewin, H. Identification of a nonsense mutation in APAF1 that is causal for a decrease in reproductive efficiency in dairy cattle. Proceedings of the Plant and Animal Genome XX Conference, abstract P0555, 2012.

Ashwell, M.S.; Heyen, D.W.; Sonstegard, T.S.; Van Tassell, C.P., Da, Y.; VanRaden, P.M.; Ron, M.; Weller, J.I.; Lewin, H.A. Detection of quantitative trait loci affecting milk production, health, and reproduction traits in Holstein cattle. J. Dairy Sci. 2004, 87, 468–475.

Cole, J.B.; Null, D.J. Visualization of the transmission of direct genomic values for paternal and maternal chromosomes for 15 traits in US Brown Swiss, Holstein, and Jersey cattle. J. Dairy Sci. 2013, 96, 2713–2726.

Cole, J.B.; VanRaden, P.M. Use of haplotyes to estimate Mendelian sampling effects and selection limits. J. Anim. Breed. Genet. 2011, 128, 448–455.

Cole, J.B.; VanRaden, P.M.; Null, D.J.; Hutchison, J.L.; Cooper, T.A. AIPL Research Report GENOMIC3: Haplotype tests for recessive disorders that affect fertility and other traits. AIP Research Report GENOMIC3 (09-13). 2013. Accessed March 24, 2014. (http://aipl.arsusda.gov/reference/recessive_haplotypes_ARR-G3.html).

Cole, J.B.; VanRaden, P.M.; O'Connell, J.R.; Van Tassell, C.P.; Sonstegard, T.S.; Schnabel, R.D.; Taylor, J.F.; Wiggans, G.R. Distribution and location of genetic effects for dairy traits. J. Dairy Sci. 2009, 92, 2931–2946.

Cooper, T.A.; Wiggans, G.R.; VanRaden, P.M. Short communication: Relationship of call rate and accuracy of single nucleotide polymorphism genotypes in dairy cattle. J. Dairy Sci. 2013, 96, 3336–3339.

Daetwyler, H.D.; Villanueva, B.; Bijma, P.; Woolliams, J.A. Inbreeding in genome wide selection. J. Anim. Breed. Genet. 2007, 124, 369–376.

Hayes, B.J.; MacLeod, I.M.; Daetwyler, H.D.; Bowman, P.J.; Chamberlian, A.J.; Vander Jagt, C.J.; Capitan, A.; Pausch, H.; Stothard, P.; Liao, X.; Schrooten , C.; Mullaart, E.; Fries, R.; Guldbrandtsen, B.; Lund, M.S.; Boichard, D.A.; Veerkamp, R.F.; VanTassell, C.P.; Gredler, B.; Druet, T.; Bagnato, A.; Vilkki, J.; deKoning, D.J.; Santus, E.; Goddard, M.E. Genomic prediction from whole genome sequence in livestock: the 1000 Bull Genomes Project. Proc. 10th World. Congr. Appl. Livest. Genet. 2014, Vancouver, Canada, Comm. 183, 6 pp.

Henderson, C.R. Applications of Linear Models in Animal Breeding; Univ. Guelph; Ontario, Canada, 1984.

Hutchison, J.L.; Cole, J.B.; Bickhart, D.M. Short communication: use of young bulls in the United States. J. Dairy Sci. 2014, 97, 3213–3220.

Loberg, A.; Dürr, J. Interbull survey on the use of genomic information. Interbull Bull. 2009, 39, 3-14.

Matukumalli, L.K.; Lawley, C.T.; Schnabel, R.D.; Taylor, J.F.; Allan, M.F.; Heaton, M.P.; O'Connell, J.R.; Moore, S.S.; Smith, T.P.L.; Sonstegard, T.S.; Van Tassell, C.P. Development and characterization of a high density SNP genotyping assay for cattle. PLoS ONE 2009, 4, e5350.

Misztal, I.; Legarra, A.; Aguilar, I. Computing procedures for genetic evaluation including phenotypic, full pedigree, and genomic information. J. Dairy Sci. 2009, 92, 4648–4655.

Neimann-Sorensen, A.; Robertson, A. The association between blood groups and several production characteristics in three Danish cattle breeds. Acta Agric. Scand. 1961, 11, 163-196.

Nejati-Javaremi, A.; Smith, C.; Gibson, J.P. Effect of total allelic relationship on accuracy of evaluation and response to selection. J. Animal Sci. 1997, 75, 1738–1745.

Pryce, J.E.; Hayes, B.J.; Goddard, M.E. Novel strategies to minimize progeny inbreeding while maximizing genetic gain using genomic information. J. Dairy Sci. 2012, 95, 377–388.

Sax, K. The association of size differences with seed coat pattern and pigmentation in Phaseolus vulgaris. Genetics 1923, 8, 552–560.

Schaeffer, L.R. Strategy for applying genome-wide selection in dairy cattle. J. Anim. Breed. Genet. 2006, 123, 218–223.

Silva, M.V.B.; dos Santos, D.J.A.; Boison, S.A.; Utsunomiya, A.T.H.; Carmo, S.; Sonstegard, T.S.; Cole, J.B.; Van Tassell, C.P. The development of genomics applied to dairy breeding. Livest. Sci. 2014, 166, 66–75.

Smith, C. Improvement of metric traits through specific genetic loci. Anim. Prod. 1967, 9, 349–358.

Stormont, C. Contribution of blood typing to dairy science progress J. Dairy Sci. 1967, 50, 253–260.

Sun, C.; VanRaden, P.M.; O'Connell, J.R.; Weigel, K.A.; Gianola, D. Mating programs including genomic relationships and dominance effects. J. Dairy Sci. 2013, 96, 8014–8023.

VanRaden, P.M. Efficient methods to compute genomic predictions. J. Dairy Sci. 2008, 91, 4414–4423.

VanRaden, P.M.; O'Connell, J.R.; Wiggans, G.R.; Weigel, K.A. Genomic evaluations with many more genotypes. Genet. Sel. Evol. 2011a, 43, 10.

VanRaden, P.M.; Olson, K.M.; Null, D.J.; Hutchison, J.L. Harmful recessive effects on fertility detected by absence of homozygous haplotypes. J. Dairy Sci. 2011b, 94, 6153–6161.

VanRaden, P.M.; Olson, K.M.; Wiggans, G.R.; Cole, J.B.; Tooker, M.E. Genomic inbreeding and relationships among Holsteins, Jerseys, and Brown Swiss. J. Dairy Sci. 2011c, 94, 5673–5680.

VanRaden, P.M.; Null, D.J.; Sonstegard, T.S.; Adams, H.A.; Van Tassell, C.P.; Olson, K.M., Fine mapping and discovery of recessive mutations that cause abortions in dairy cattle. J. Dairy Sci. 2012, 95 (Suppl. 2), ii–iii (abstr. LB6).

VanRaden, P.M.; Cooper, T.A.; Wiggans, G.R.; O'Connell, J.R.; Bacheller, L.R. Confirmation and discovery of maternal grandsires and great-grandsires in dairy cattle. J. Dairy Sci. 2013, 96, 1874–1879.

Weller, J.I. Quantitative Trait Loci Analysis in Animals; CABI Publishing; New York, NY, USA, 2001.

Wiggans, G.R.; VanRaden, P.M.; Cooper, T.A. The genomic evaluation system in the United States: past, present, future. J. Dairy Sci. 2011, 94, 3202–3211.

TRADUCCIÓN AL CASTELLANO ▼

Introducción a la genómica

Dr. John B. Cole

Laboratorio de Genómica y Mejora Animal

Servicio de Investigación Agrícola, Departamento de Agricultura de Estados Unidos, Beltsville, MD, EE.UU.

Resumen

La selección genómica (SG) es una herramienta para la mejora genética bovino basada en el ligamiento entre los marcadores y los loci de rasgos cuantitativos (QTL, por sus siglas en inglés). El uso de la SG en las poblaciones de ganado ha tenido, históricamente, solo un éxito limitado debido a los altos costes del genotipado y las dificultades asociadas a la validación de los marcadores. El genotipado de alta velocidad para grandes números de polimorfismos de un solo nucleótido (SNP, por sus siglas en inglés) se hizo asequible para el ganado a finales del 2007, permitiendo el desarrollo de programas de selección genómica. Además de aumentar las tasas de mejora genética y reducir los costes de las pruebas de progenie, las evaluaciones genómicas hacen estimaciones sobre las contribuciones de los marcadores individuales al mérito genético aditivo. La mayoría de los rasgos de importancia económica en el ganado lechero están controlados por muchos genes, cada uno de efecto pequeño, lo que significa que se necesita una gran cantidad de datos para calcular los efectos con precisión. Los marcadores densos son necesarios para asegurar que las relaciones entre los marcadores y los QTL persisten entre las familias y permitir la imputación precisa de los haplotipos parentales.

Introducción

La selección asistida por marcadores aprovecha los ligamientos entre los marcadores y los QTL para proporcionar información genómica de los rasgos de interés. Smith (1967) fue el primero en proponer el uso de los marcadores de ADN en los programas de mejora bovino lechero, pero la tecnología para implementar tales esquemas no estaba disponible en ese momento. El genotipado de alta velocidad para grandes números de marcadores de ADN se hizo asequible para el ganado lechero a finales del 2007, lo que permitió el desarrollo de programas de selección genómica, como describen originalmente Nejati-Javaremi *et al.* (1997). Además de aumentar las tasas de mejora genética y reducir los costes de las pruebas de progenie (Schaeffer, 2006), las evaluaciones

genómicas hacen estimaciones sobre las contribuciones de los marcadores individuales al mérito genético aditivo. Los estudios de antes involucraban como mucho unos pocos cientos de marcadores, mientras que los estudios actuales incluyen decenas o centenares de miles de marcadores, cuyos resultados deben evaluarse estadísticamente más que por inspección individual. El objetivo de este trabajo es describir la implementación de la SG en las poblaciones de ganado lechero, utilizando sistemas que combinan los datos genotípicos, fenotípicos y de pedigrí para aumentar la precisión de las estimaciones de mérito genético y reducir el intervalo generacional.

Marcadores genéticos

Desde la demostración de Sax (1923), hace casi un siglo, de que es posible identificar el efecto de los loci individuales sobre los rasgos cuantitativos, los genetistas han buscado marcadores ligados a los rasgos de interés científico o de importancia económica. Durante muchos años, se utilizaron los grupos sanguíneos de los animales para verificar el parentesco (Stormont, 1967), así como para algunos de los primeros intentos de mapeo de los QTL (por ejemplo, Neimann-Sorensen *et al.*, 1961). Los polimorfismos de longitud de fragmentos de restricción, descritos por primera vez a principios de los años 70, fueron utilizados con éxito para identificar muchos QTL en plantas, pero a menudo se encontraron como monomórficos en animales. Tras el descubrimiento de la reacción en cadena de la polimerasa en 1986 y el rápido desarrollo de las tecnologías relacionadas, los marcadores microsatélites se han convertido en el marcador a elegir en los estudios de ganado (por ejemplo, Ashwell *et al.*, 2004). No obstante, los microsatélites son relativamente lentos y caros para genotipar, lo que limita el número disponible para los estudios de QTL. Se remite a los lectores interesados a Weller (2001) para una exposición detallada de los primeros trabajos con marcadores genéticos.

El marcador genético ideal se distribuye uniformemente a lo largo del genoma, se puede genotipar rápidamente y es barato. Tras completar un boceto del ensamblaje del genoma bovino en 2009, se descubrieron decenas de miles de SNP. Los resultados recientes del Proyecto Genomas de 1000 Toros (1000 *Bull Genomes* Project) indican que hay alrededor de 31 millones de variantes en el genoma bovino (Hayes *et al.*, 2014). Estos marcadores bialélicos (que solo tienen dos estados) se pueden utilizar para rastrear la herencia de los segmentos cromosómicos cortos. Si hay datos suficientes, entonces, se puede predecir con alta precisión el efecto de cada SNP sobre un fenotipo de interés. La población bovino lechero resulta idónea para este análisis porque hay millones de fenotipos disponibles para los rasgos de interés, los pedigríes se remontan a muchas generaciones, los animales individuales son valiosos y hay colecciones históricas de ADN disponibles.

Selección genómica

Desarrollo de chips de SNP

Después de secuenciar el genoma bovino, se reunió un consorcio internacional de gobierno, universidad y colaboradores de la industria para trabajar con Illumina (San Diego, CA) para desarrollar un conjunto de SNP para incluir en un chip de genotipado. El conjunto resultante de 54.001 SNP se incluyó en el lanzamiento original del Illumina BovineSNP50 BeadChip (Matukumalli *et al.*, 2009), que estuvo disponible públicamente en diciembre de 2007. Los genotipos del Centro de Investigación Agrícola de Beltsville (MD), la Universidad de Missouri (Columbia) y la Universidad de Alberta (Edmonton, AB, Canadá) se utilizaron para identificar los SNP adecuados para incluir en la evaluación genómica. Los marcadores fueron excluidos por muchas razones, como las bajas tasas de aparición (con frecuencia no se pudieron determinar los genotipos), las bajas frecuencias del alelo menor (las variantes se produjeron muy pocas veces) o las altas correlaciones con los SNP adyacentes (añadían poca información nueva) (Cooper *et al.*, 2013). También se desarrollaron procedimientos para utilizar los SNP para detectar errores en los pedigríes. En muchos casos en los que los padres se muestran como incorrectos por el genotipado, los padres correctos pueden ser identificados (VanRaden *et al*, 2013).

Actualmente, hay en uso varios chips de SNP adicionales, incluidos: una segunda versión del BovineSNP50, chips de baja densidad (BD) de 3K y 6K, y un chip de alta densidad (AD) de Illumina; el Perfilador Genómico de Geneseek, una versión adaptada del chip de BD de 6K de Illumina, desarrollada por Geneseek (Lincoln, NE); y los chips de 10K y 25K de Affymetrix (Santa Clara, CA). La mayoría de los toros que producen semen para vender por las empresas principales de inseminación artificial (IA) tienen genotipos BovineSNP50, mientras que la mayoría de las vacas se genotipan con chips de BD. Los genotipos de baja densidad pueden imputarse a los genotipos de 50K y de AD con un alto grado de precisión (VanRaden *et al.*, 2011a). La Base de Datos Lechera Nacional (National Dairy Database) de Estados Unidos incluye actualmente casi 1.000.000 genotipos de vacas y toros, utilizando muchas plataformas distintas de SNP (Figura 1). Contrariamente a lo esperado, la investigación ha encontrado mayores ganancias de fiabilidad en el uso de animales de predicción adicionales que en los marcadores adicionales proporcionados por los genotipos de AD.

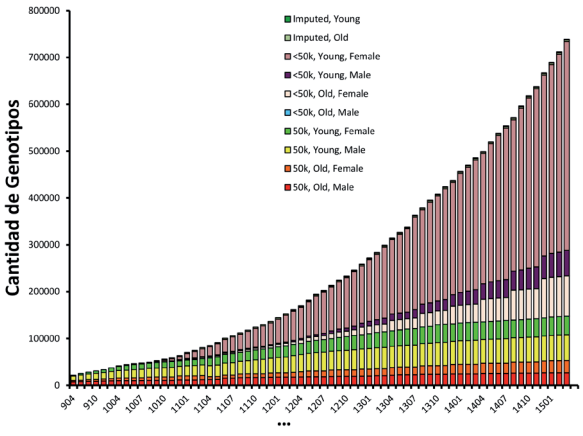


Figura 1. Cantidad de genotipos en la Base de Datos Lechera Nacional por tipo de chip de SNP y el sexo y la edad del animal (Imputado (Imputed): genotipo imputado de los familiares; <50k: chips con menos de 50k de SNP; 50k: chips con 50k o más de SNP, incluyendo los genotipos de alta densidad). La fecha de ejecución indica el año y el mes de la evaluación oficial en la que se enumeran los recuentos (por ejemplo, 1501 indica la ejecución de enero de 2015). Los animales "viejos" (Old) se utilizan para predecir los efectos de los SNP que se usan para calcular las PTA genómicas de los animales "jóvenes" (Young)

Estimación de las habilidades de transmisión genómica predicha

Durante muchos años, los programas de mejora genética bovino lechero se han basado en la metodología de modelo mixto desarrollada por Henderson (1984). En un análisis de modelo mixto simple, un fenotipo se modela como una función de efectos fijos (por ejemplo, el sexo) y aleatorios (por ejemplo, genética aditiva):

$y = Xb + Zu + e$

donde y es un vector de fenotipos; X y Z son las matrices de diseño que relacionan las observaciones con los efectos fijos y aleatorios, respectivamente; b es un vector de valores para los efectos fijos; u es un vector de valores aleatorios de animales de cría; y e es un vector de los efectos de error residual. Bajo un modelo infinitesimal de alelos de herencia $Var(u) = A\sigma_a^2$, donde A es la matriz de relación del numerador que describe la (co) varianza genética entre los animales de la población, y σ_a^2 es la varianza genética aditiva. La matriz de relación en un modelo animal tradicional se calcula utilizando las relaciones de pedigrí entre los animales de una población. En un modelo genómico, las relaciones de pedigrí se sustituyen por las relaciones estimadas de los genotipos (G).

Los efectos de los alelos se estiman utilizando información fenotípica y genotípica de una población de animales de predicción con habilidades de transmisión predicha (PTA, por sus siglas en inglés) de alta fiabilidad para los rasgos de interés (los animales "viejos" de la Figura 1). Esas PTA se utilizan para predecir los efectos de los marcadores y no incluyen información genómica, evitando parte o toda la confusión, y pueden usarse para calcular las evaluaciones genómicas de los animales sin evaluaciones tradicionales (VanRaden, 2008). Cuando las primeras evaluaciones genómicas oficiales de Estados Unidos fueron lanzadas en enero de 2009, la población de predicción incluía toros holstein nacidos principalmente entre 1995 y 1997, y los efectos de los SNP resultantes se utilizaron para producir las PTA genómicas de los animales más jóvenes. Los modelos con distribuciones de colas pesadas de los efectos de los SNP se ajustan a rasgos en los que uno o unos pocos genes tienen grandes efectos (Cole *et al.*, 2009), como el rendimiento en grasa (Figura 2). Los efectos de los marcadores deben recalcularse periódicamente, por lo que los fenotipos deben recogerse continuamente.

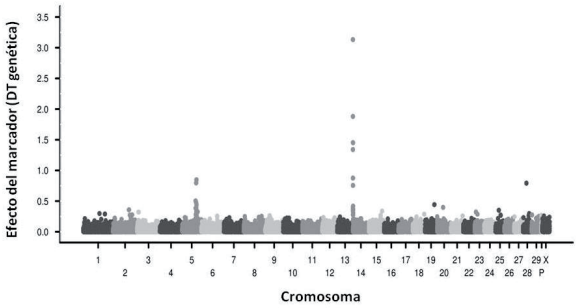


Figura 2. Efectos de los marcadores en las desviaciones típicas (DT) genéticas aditivas de 45.187 polimorfismos de un solo nucleótido para el rendimiento en grasa en holstein estadounidense (P = región pseudo-autosómica del cromosoma X; X = resto del cromosoma X)

Las predicciones genómicas finales combinan 3 términos por índice de selección: 1) predicción genómica directa; 2) promedio de los padres (PA, por sus siglas en inglés) o PTA calculada a partir de los ancestros genotipados utilizando relaciones tradicionales; 3) PA o PTA publicados. Para cada animal, se configura una matriz de 3 x 3 con fiabilidades para los 3 términos en las diagonales y las funciones de esas 3 fiabilidades fuera de las diagonales. Las fiabilidades de las predicciones genómicas directas se aproximan utilizando la relación genómica entre cada animal y la población de predicción y la fiabilidad de la evaluación del predictor. Misztal *et al.* (2009) desarrollaron un enfoque alternativo para combinar toda la información en un solo paso. Su enfoque se basa en sustituir A con una matriz (H) que incluye tanto la información de pedigrí como la genotípica, que orienta el problema de la preselección genómica de los toros jóvenes, una fuente de sesgo en las evaluaciones genómicas.

Un resultado importante de la selección genómica se refiere a las oleadas de embriones, que se utilizan habitualmente para producir toros jóvenes como candidatos para usarse en programas de inseminación artificial. Bajo el modelo animal tradicional BLUP, todos los embriones de una oleada reciben la misma estimación promedio de mérito genético de los padres, a pesar de que no reciban genomas idénticos por la recombinación durante la meiosis (por ejemplo, Cole y Null, 2013). Los hermanos completos genotipados del mismo embrión tienen GPTA diferentes por lo que los candidatos de selección pueden ser clasificados. Esto proporciona a las empresas de IA una mayor certeza a la hora de adquirir toros jóvenes y brinda a los criadores una herramienta poderosa para identificar las mejores novillas en sus rebaños para usar como madres de sementales.

Selección de los valores genómicos de cría

La PTA genómica calculada utilizando la información del genotipo se emplea de varias maneras. Muchos países han implementado la SG en sus programas de cría y fomentan el uso generalizado de toros jóvenes evaluados genómicamente (Wiggans *et al.*, 2011). Hutchison *et al.* (2014) mostraron que el uso de toros jóvenes evaluados genómicamente es habitual en Estados Unidos y que ha reducido en gran medida el intervalo generacional y ha mejorado la tasa de ganancia genética. Los productores de leche están dispuestos a utilizar semen de toros jóvenes que tengan una clasificación alta de GPTA en vez de toros de clasificación más baja con pruebas de progenie convencionales. Silva *et al.* (2014) proporcionaron una revisión detallada reciente sobre el uso de las evaluaciones genómicas en los programas de selección lechera.

Otros usos de los valores genómicos de cría

Existen muchas aplicaciones de la información genómica aparte de la predicción de los valores de cría. La aplicación reciente más destacable es, probablemente, el uso de los haplotipos en combinación con la secuencia de datos de la siguiente generación para identificar las variantes causales relacionadas con los recesivos. La metodología para identificar los haplotipos recesivos mediante la búsqueda de un déficit de homocigotos fue descrita por primera vez por VanRaden *et al.* (2011b), y su uso en combinación con la secuencia de datos para identificar una variante causal (*APAF1*, asociado con el haplotipo HH1) fue reportado por Adams *et al.* (2012). Se pueden encontrar detalles adicionales en VanRaden *et al.* (2012). Estados Unidos rastrea actualmente 24 haplotipos recesivos y se conoce la variante causal de muchos de ellos (Cole *et al.*, 2013). Los haplotipos incluyen condiciones recesivas letales, como la branchyspina, así como haplotipos para el color del pelo y la ausencia de cuernos. Mientras que, en teoría, la selección genómica debería dar tasas menores de endogamia (Daetwyler *et al.*, 2007), en la práctica no ha sido así (por ejemplo, VanRaden *et al.*, 2011c). Sun *et al.* (2013) mostraron que el uso de coeficientes de endogamia genómica en vez de pedigrí en los programas de apareamiento resultaba en una disminución de la endogamia en la progenia, y el valor económico de utilizar las relaciones genómicas es de 3 millones de dólares al año para las holstein estadounidenses cuando se aplican en todas las hembras genotipadas. Estos resultados coinciden con el trabajo de Pryce *et al.* (2012), que también encontraron beneficioso el considerar la endogamia genómica a la hora de asignar parejas. Sin embargo, Cole y VanRaden (2011) demostraron que los mejores genotipos cromosómicos generalmente consistían en dos copias del mismo haplotipo, incluso después del ajuste por la endogamia, lo que subraya la tensión entre las estrategias que aseguran las máximas tasas de ganancia genética frente a

aquellas que intentan equilibrar la respuesta de selección contra la necesidad de mantener la diversidad genética en la población.

Adopción por la industria lechera

La selección genómica se adoptó rápidamente en la industria bovino lechero estadounidense, con las empresas de IA proporcionando gran parte del ADN y el dinero necesarios para genotipar miles de animales. La financiación adicional para el genotipado vino de becas de investigación y organizaciones de cría individuales. A cambio de su apoyo, las organizaciones de IA recibieron el derecho exclusivo de tener machos genómicamente evaluados hasta mayo de 2013. Gran parte del genotipado inicial fue llevado a cabo por el Laboratorio de Genómica Funcional Bovina (Bovine Functional Genomics Laboratory) (Servicio de Investigación Agrícola, Departamento de Agricultura de Estado Unidos, Beltsville, MD) con la ayuda de los laboratorios comerciales de genotipado de GeneSeek (Lincoln, NE) y el Instituto de Genética & Fecundación in vitro (Fairfax, VA). Muchos otros laboratorios comerciales proporcionan hoy en día servicios de procesamiento y genotipado de muestras, incluyendo DNA LandMarks (Saint-Jean-sur-Richelieu, QC, Canadá), Genetic Visions (Middleton, WI) y Expression Analysis (Durham, NC). Zoetis (Florham Park, Nueva Jersey, Estados Unidos) ofrece servicios de genotipado y gestión a través de su producto CLARIFIDE® en Estados Unidos e internacionalmente.

Mientras que el genotipado inicial se ponía en marcha, VanRaden (2008) utilizó datos simulados para desarrollar y probar un sistema de evaluación genómica capaz de procesar genotipos reales en cuanto estuvieron disponibles en diciembre del 2007. Las primeras evaluaciones no oficiales del Departamento de Agricultura de Estados Unidos basadas en los genotipos de los SNP se dieron a conocer a la industria en abril de 2008. Las evaluaciones genómicas se hicieron oficiales para las holstein y las Jersey en enero de 2009, y para la raza Parda Alpina en agosto de 2009. Muchos otros países también han adoptado sistemas de evaluación genómica (Loberg y Dürr, 2009), incluyendo Australia, Gran Bretaña, Canadá, Italia, Nueva Zelanda y Suiza. Canadá, Gran Bretaña, Italia y Estados Unidos intercambian genotipos actualmente, aumentando el tamaño de la población de predicción de cada país. Un esfuerzo cooperativo, llamado EuroGenomics, se estableció en 2009 por 5 compañías propietarias de reproductores que representan a Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Países Bajos, España y Suecia.

Conclusiones

La adopción de las evaluaciones genéticas, incluyendo la información genómica, por la industria genética lechera mundial ha sido muy rápida. Los resultados muestran que las predicciones genómicas para los animales jóvenes son muy precisas, manteniendo la intensidad de selección, y que los toros jóvenes se están utilizando de forma extensiva, reduciendo el intervalo generacional. A medida que el número de vacas genotipadas sigue aumentando, la demanda de herramientas de apareamiento mejoradas se incrementará. Las razas pequeñas que no tienen grandes poblaciones para predecir los efectos de los SNP tendrán un desafío en el mantenimiento de la viabilidad comercial frente a las razas que sí tienen.

El Laboratorio de Genómica y Mejora Animal (Servicio de Investigación Agrícola, Departamento de Agricultura de Estado Unidos, Beltsville, MD) ofrece una extensa colección de información, que incluye publicaciones revisadas, presentaciones científicas y software en su página web (http://aipl.arsusda.gov/). Una gran cantidad de material, que incluye resultados de evaluaciones genéticas y materiales educativos, está disponible en la página web del Consejo de Cría de Ganado Lechero (https://www.cdcb.us/). El Servicio Internacional de Evaluación de Toros (Uppsala, Suecia) publica mucha información sobre programas de evaluación genética en los países miembro en su página web (ttp://www.interbull.org/) y en su revista, Interbull Bulletin.

Agradecimientos

El autor agradece la colaboración del Consejo de Cría de Ganado Lechero (Reynoldsburg, OH, USA) y del Depósito Cooperativo de ADN Lechero (Columbia, MO, USA) en la aportación de datos de pedigrí, de rendimiento y de genotipos para su uso en esta investigación. John B. Cole fue apoyado por el correspondiente proyecto 1245-31000-101-00 del Servicio de Investigación Agrícola del Departamento de Agricultura de Estado Unidos, "Improving Genetic Predictions in Dairy Animals Using Phenotypic and Genomic Information" (Mejora de las predicciones genéticas en los animales lecheros utilizando información fenotípica y genómica).

La mención de marcas y productos comerciales en este trabajo solamente tiene el propósito de proporcionar información específica y no implica ninguna recomendación o aprobación por parte del Departamento de Agricultura de Estados Unidos.

Referencias

Adams, H.A.; Sonstegard, T.; VanRaden, P.M.; Null, D.J.; Van Tassell, C.; Lewin, H. Identification of a nonsense mutation in APAF1 that is causal for a decrease in reproductive efficiency in dairy cattle. Proceedings of the Plant and Animal Genome XX Conference, abstract P0555, 2012.

Ashwell, M.S.; Heyen, D.W.; Sonstegard, T.S.; Van Tassell, C.P., Da, Y.; VanRaden, P.M.; Ron, M.; Weller, J.I.; Lewin, H.A. Detection of quantitative trait loci affecting milk production, health, and reproduction traits in holstein cattle. J. Dairy Sci. 2004, 87, 468–475.

Cole, J.B.; Null, D.J. Visualization of the transmission of direct genomic values for paternal and maternal chromosomes for 15 traits in US Brown Swiss, holstein, and Jersey cattle. J. Dairy Sci. 2013, 96, 2713–2726.

Cole, J.B.; VanRaden, P.M. Use of haplotyes to estimate Mendelian sampling effects and selection limits. J. Anim. Breed. Genet. 2011, 128, 448–455.

Cole, J.B.; VanRaden, P.M.; Null, D.J.; Hutchison, J.L.; Cooper, T.A. AIPL Research Report GENOMIC3: Haplotype tests for recessive disorders that affect fertility and other traits. AIP Research Report GENOMIC3 (09-13). 2013. Accessed March 24, 2014. (http://aipl.arsusda.gov/reference/recessive_haplotypes_ARR-G3.html).

Cole, J.B.; VanRaden, P.M.; O'Connell, J.R.; Van Tassell, C.P.; Sonstegard, T.S.; Schnabel, R.D.; Taylor, J.F.; Wiggans, G.R. Distribution and location of genetic effects for dairy traits. J. Dairy Sci. 2009, 92, 2931–2946.

Cooper, T.A.; Wiggans, G.R.; VanRaden, P.M. Short communication: Relationship of call rate and accuracy of single nucleotide polymorphism genotypes in dairy cattle. J. Dairy Sci. 2013, 96, 3336–3339.

Daetwyler, H.D.; Villanueva, B.; Bijma, P.; Woolliams, J.A. Inbreeding in genome wide selection. J. Anim. Breed. Genet. 2007, 124, 369–376.

Hayes, B.J.; MacLeod, I.M.; Daetwyler, H.D.; Bowman, P.J.; Chamberlian, A.J.; Vander Jagt, C.J.; Capitan, A.; Pausch, H.; Stothard, P.; Liao, X.; Schrooten , C.; Mullaart, E.; Fries, R.; Guldbrandtsen, B.; Lund, M.S.; Boichard, D.A.; Veerkamp, R.F.; VanTassell, C.P.; Gredler, B.; Druet, T.; Bagnato, A.; Vilkki, J.; deKoning, D.J.; Santus, E.; Goddard, M.E. Genomic prediction

from whole genome sequence in livestock: the 1000 Bull Genomes Project. Proc. 10th World. Congr. Appl. Livest. Genet. 2014, Vancouver, Canada, Comm. 183, 6 pp.

Henderson, C.R. Applications of Linear Models in Animal Breeding; Univ. Guelph; Ontario, Canada, 1984.

Hutchison, J.L.; Cole, J.B.; Bickhart, DM Short communication: use of young bulls in the United States. J. Dairy Sci. 2014, 97, 3213–3220.

Loberg, A.; Dürr, J. Interbull survey on the use of genomic information. Interbull Bull. 2009, 39, 3-14.

Matukumalli, L.K.; Lawley, C.T.; Schnabel, R.D.; Taylor, J.F.; Allan, M.F.; Heaton, M.P.; O'Connell, J.R.; Moore, S.S.; Smith, T.P.L.; Sonstegard, T.S.; Van Tassell, C.P. Development and characterization of a high density SNP genotyping assay for cattle. PLoS ONE 2009, 4, e5350.

Misztal, I.; Legarra, A.; Aguilar, I. Computing procedures for genetic evaluation including phenotypic, full pedigree, and genomic information. J. Dairy Sci. 2009, 92, 4648–4655.

Neimann-Sorensen, A.; Robertson, A. The association between blood groups and gravel production characteristics in three Danish cattle breeds. Acta Agric. Scand. 1961, 11, 163-196.

Nejati-Javaremi, A.; Smith, C.; Gibson, J.P. Effect of total allelic relationship on accuracy of evaluation and response to selection. J. Animal Sci. 1997, 75, 1738–1745.

Pryce, J.E.; Hayes, B.J.; Goddard, M.E. Novel strategies to minimize progeny inbreeding while maximizing genetic gain using genomic information. J. Dairy Sci. 2012, 95, 377–388.

Sax, K. The association of size differences with seed coat pattern and pigmentation in Phaseolus vulgaris. Genetics 1923, 8, 552–560.

Schaeffer, L.R. Strategy for applying genome-wide selection in dairy cattle. J. Anim. Breed. Genet. 2006, 123, 218–223.

Silva, M.V.B.; dos Santos, D.J.A.; Boison, S.A.; Utsunomiya, A.T.H.; Carmo, S.; Sonstegard, T.S.; Cole, J.B.; Van Tassell, C.P. The development of genomics applied to dairy breeding. Livest. Sci. 2014, 166, 66–75.

Smith, C. Improvement of metric traits through specific genetic loci. Anim. Prod. 1967, 9, 349–358.

Stormont, C. Contribution of blood typing to dairy science progress J. Dairy Sci. 1967, 50, 253–260.

Sun, C.; VanRaden, P.M.; O'Connell, J.R.; Weigel, K.A.; Gianola, D. Mating programs including genomic relationships and dominance effects. J. Dairy Sci. 2013, 96, 8014–8023.

VanRaden, P.M. Efficient methods to compute genomic predictions. J. Dairy Sci. 2008, 91, 4414–4423.

VanRaden, P.M.; O'Connell, J.R.; Wiggans, G.R.; Weigel, K.A. Genomic evaluations with many more genotypes. Genet. Sel. Evol. 2011a, 43, 10.

VanRaden, P.M.; Olson, K.M.; Null, D.J.; Hutchison, J.L. Harmful recessive effects on fertility detected by absence of homozygous haplotypes. J. Dairy Sci. 2011b, 94, 6153–6161.

VanRaden, P.M.; Olson, K.M.; Wiggans, G.R.; Cole, J.B.; Tooker, M.E. Genomic inbreeding and relationships among holsteins, Jerseys, and Brown Swiss. J. Dairy Sci. 2011c, 94, 5673–5680.

VanRaden, P.M.; Null, D.J.; Sonstegard, T.S.; Adams, H.A.; Van Tassell, C.P.; Olson, K.M., Fine mapping and discovery of recessive mutations that cause abortions in dairy cattle. J. Dairy Sci. 2012, 95 (Suppl. 2), ii–iii (abstr. LB6).

VanRaden, P.M.; Cooper, T.A.; Wiggans, G.R.; O'Connell, J.R.; Bacheller, L.R. Confirmation and discovery of maternal grandsires and great-grandsires in dairy cattle. J. Dairy Sci. 2013, 96, 1874–1879.

Weller, J.I. Quantitative Trait Loci Analysis in Animals; CABI Publishing; New York, NY, USA, 2001.

Wiggans, G.R.; VanRaden, P.M.; Cooper, T.A. The genomic evaluation system in the United States: past, present, future. J. Dairy Sci. 2011, 94, 3202–3211.

APPLIED DAIRY CATTLE GENOMICS

Dr. John B. Cole
Animal Genomics and Improvement Laboratory
Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture, Beltsville, MD, USA

Abstract

In modern dairy cattle production systems it is possible to record many different phenotypes in a cost-effective manner. Selection for one or a few traits has been extremely successful, but as production systems and economic conditions change it is necessary to develop selection objectives that include information from multiple phenotypes. Traits of economic importance may be combined into a total merit selection index that accounts for correlations among traits and differences in their heritabilities. Information on Mendelian recessives can be included in breeding objectives when genotypes or estimated gene contents are available. It is possible to select for health and fitness phenotypes, as well as yield, but data are often lacking, or are limited in quantity and quality. In addition to genetic selection decisions, cow evaluations can be combined with genomic information and used to make management decisions, such selecting heifer calves for voluntary culling. Undesirable genes should be eliminated from populations whenever possible, rather than mated around.

Introduction

Phenotypes are characteristics of an animal that can be measured in some fashion. Milk yield is the classical phenotype used in dairy cattle improvement, but there are many others, such as fat and protein yield, fertility, and longevity. Early animal breeding programs focused on traits of the animal that could be seen, such as coat color and pattern. However, those characteristics rarely have strong associations with productivity. Genetic improvement programs use performance measures (phenotypes) and other information, such as pedigree relationships and SNP genotypes, to predict the genetic merit of animals. The resulting breeding values can be used to rank animals and select mates for herd improvement.

The first dairy herd improvement associations were formed in Europe at the end of the 19th century to help dairy farmers increase productivity and profitability. This resulted in the collection of performance information from many animals. Those data were used to develop tools for quantifying individual performance and making comparisons among animals (e.g., Lush, 1949). The development of selection index theory (Hazel, 1943) and, later, linear mixed models (Henderson, 1984) provided the statistical framework on which modern animal breeding is based. Those tools have evolved into modern genomic selection programs that include information from thousands of DNA markers (e.g., Silva *et al.*, 2014), which has resulted in shortened generation intervals and increased selection differentials. Recent advances in technology have also increased the kinds of phenotypes that can be collected economically for many animals. This paper will describe how phenotypes are used in dairy cattle improvement programs, and will discuss what traits that should be included in a breeding objective.

Traditional phenotypes

Dairy cow selection programs have traditionally focused on production and conformation (type) traits. This reflects both the economic value of yield (farmers are paid for milk, fat, and protein) and the relative ease-of-measurement of conformation traits. Once laboratory fat and protein testing became routine the payment of differentials for high levels of components and low somatic cell counts, became common (but not universal). The Norwegian Red breed was a pioneer in the use of health traits in their selection program, which has included mastitis and other diseases since 1978 (Heringstad and Østerås, 2013). Milk production increased dramatically in response to genetic selection and improved management for many years (Figure 1), with annual average milk yield per cow increasing from 5916 kg in 1957 to 12575 kg in 2011 (Figure MILK; https://www.cdcb.us/eval/summary/trend.cfm). However, this intense selection for milk also had undesirable consequences, most notably a dramatic decline in fertility (as measured by days open) in US Holsteins (Figure DPR; Lucy, 2001).

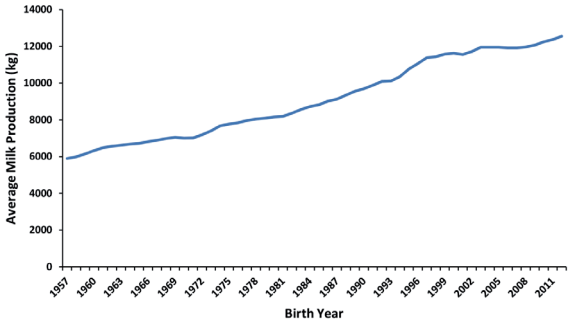


Figure MILK. Phenotypic trend for milk production (kg) of US Holsteins based on cows born between 1957 and 2011 (data source: https://www.cdcb.us/eval/summary/trend.cfm)

Selection goals have gradually broadened to include other traits of economic importance (Miglior *et al.*, 2012), which has resulted in improved animal welfare and farm profitability. Many indices now include one or more calving traits, such as dystocia or stillbirth (e.g., Van Tassell *et al.*, 2003; Cole *et al.*, 2007), and farmers often select easy-calving bulls for mating to their virgin heifers. This practice is ultimately harmful and should be eliminated. If a bull has poor genetic merit for dystocia or stillbirth then he should not be used as a service sire for any cows. When such bulls are mated to older cows the undesirable genes are maintained in the population when they should be eliminated.

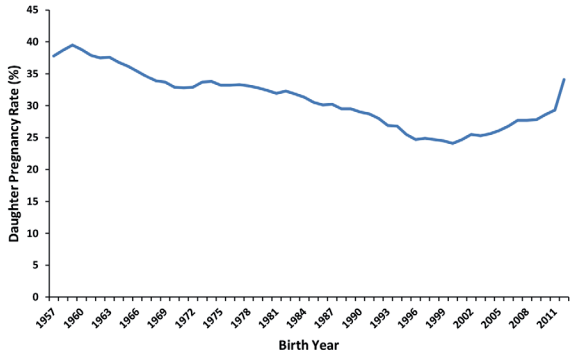


Figure DPR. Phenotypic trend for daughter pregnancy rate (%), a measure of fertility, of US Holsteins based on cows born between 1957 and 2011 (data source: https://www.cdcb.us/eval/summary/trend.cfm)

Novel phenotypes

It is not free to record new phenotypes. When new technology is involved, someone must pay for the equipment. Additional labor is often required to record new traits, and the resulting data must be entered into herd records, stored, and (often) transmitted from the farm to a milk recording organization. Farmers record data and consume management and consulting services, and records processing centers consume data and provide information that can be used to make decisions. One model to support the collection of new data is the farm as a seller of data, not just milk and milk solids. However, there must be clear value provided to both the farmer and the purchaser of the data. Ideally, new phenotypes will have low phenotypic and genetic correlations with other traits already measured, which means that the new data are providing novel information. If the correlations of old with new phenotypes are high there must be another advantage to the new trait, such as a very low cost of recording. There also is a tradeoff between the quantity and the quality of data; a small number of high-quality observations may be more desirable than a large number of low-quality measurements.

Egger-Danner *et al.* (2015) recently provided a comprehensive overview of novel phenotypes that are relevant to dairy producers, with particular emphasis on health and fitness traits. A necessarily incomplete list of these phenotypes includes: foot/claw health (Van der Linde *et al.*, 2010), cow health (Parker Gaddis *et al.*, 2013), embryonic development (Cochran *et al.*, 2013), immune response (Thompson-Crispi *et al.*, 2012), methane production (de Haas *et al.*, 2011), milk fatty acid composition (Soyeurt *et al.*, 2011), persistency of lactation (Cole *et al.*, 2009), rectal temperature (Dikmen *et al.*, 2013), and residual feed intake (Connor *et al.*, 2013). Traditionally, phenotypes have low dimensionality, which means that there are only a few observations per lactation and a close correspondence between the measurement and the biological trait. However, some phenotypes, such as mid-infrared (MIR) spectral data, produce many measurements (e.g., 1,060 points) per observation and there is a disconnect between the measurement and the biological traits of interest. The costs of storing, transmitting, and analyzing highly dimensional data are also higher, which must be considered when deciding what to measure.

Phenotypes based on genotypes

As a result of the rapid adoption of genomic selection, there are many genotypes available for research. This has resulted in several interesting discoveries, such as a number of haplotypes that are associated with decreased fertility and other conditions, such as red coat color and polledness (Cole *et al.*, 2013). However, in order to include such Mendelian recessives in a breeding program the genotype must be known for every animal in the population. This is simple for animals with SNP genotypes, but it must be estimated for non-genotyped animals, which includes most cows in the pedigree file. Gengler *et al.* (2008) presented an algorithm for computing gene content (the number of alleles an animal possesses at a particular locus) in large pedigrees. That algorithm was applied to the US national dataset and used to estimate gene content for the polled locus in Jersey cattle (Null *et al.*, 2015), as well as to compute updated values of lifetime net merit that include the economic value of polled. The results demonstrate that polled status for non-genotyped animals can be accurately determined, and this method can be extended to other genes of interest.

Uses of phenotypes

The most common use of phenotypes in genetic improvement programs is the calculation of breeding values. This has resulted in the favorable rates of genetic gain seen in Figure MILK. Future enhancements include the adoption of mating strategies that account for dominance as well as additive effects (Sun *et al.*, 2014), exploit differences among sires in the genetic variation of their offspring (Segelke *et al.*, 2014), or include information about desirable and undesirable haplotypes in the population.

However, those data also are useful for monitoring the performance of individual cows and whole herds, particularly when they are combined in a large database so that comparisons may be made across farms. For example, Parker Gaddis *et al.* (2015) have recently shown that producer-recorded health event data can be used to monitor herd health and identify individual cows that are at elevated risk of experiencing major health problems during a lactation. When data are combined across herds they can be used to identify management practices that are associated with desirable and undesirable health outcomes.

Selection objectives in genetic improvement programs

The phenotypes used to develop a selection criterion usually represent sources of income, such as yield, as well as expenses, such as health. Selection criteria change over time to address changing market conditions and producer needs. The lifetime net merit index currently used in the US includes 12 traits from several related groups (Table HISTORY); VanRaden and Cole, 2014): yield (milk, fat, and protein yields), longevity, udder health, conformation (udder, feet/legs, and body size composites), fertility (daughter pregnancy rate, heifer and cow conception rates), and calving ability (direct and maternal dystocia and stillbirth). Before 1971, most selection in the US based only on milk production. However, as more traits became available they were incorporated into the national selection index. Longevity and udder health (as measured by somatic cell score) were the first functional traits added to the net merit index (NM$) in 1994. Conformation (type) traits were added in 2000, fertility in 2003, and calving traits in 2006. The most recent revisions have seen the addition of additional fertility and calving traits to address the needs of US dairy farmers. In addition to the NM$ index, which is intended for use by commercial dairy producers, the US also published customized indices for cheese production, fluid milk production, and pasture-based production. The value of traits differs in each of these markets, and in some cases there are payment differential schemes, such as a penalty on water (milk volume) charged by many cheese plants, that affects the index weights.

Selection indices already account for phenotypic and genetic relationships among traits. Independent culling levels should not

be used in conjunction with merit indices because that produces sub-optimal rates of genetic gain.

Table HISTORY. A history of the principal changes in USDA genetic-economic indices for dairy cattle and the percentage of relative emphasis on the traits included in each index (VanRaden and Cole, 2014)

Traits included[1]	USDA genetic-economic index (and year introduced)								
	PD$ (1971)	MFP$ (1976)	CY$ (1984)	NM$ (1994)	NM$ (2000)	NM$ (2003)	NM$ (2006)	NM$ (2010)	NM$ (2014)
Milk	52	27	−2	6	5	0	0	0	−1
Fat	48	46	45	25	21	22	23	19	22
Protein	...	27	53	43	36	33	23	16	20
PL	...	...	...	20	14	11	17	22	19
SCS	...	...	...	−6	−9	−9	−9	−10	−7
UDC	...	...	...	...	7	7	6	7	8
FLC	...	...	...	...	4	4	3	4	3
BSC	...	...	...	...	−4	−3	−4	−6	−5
DPR	...	...	...	...	...	7	9	11	7
CCR	...	...	...	...	...	...	...	...	2
HCR	...	...	...	...	...	...	...	...	1
CA$	...	...	...	...	...	...	6	5	5

[1]Trait definitions: PL = productive life (a measure of longevity), SCS = somatic cell score (a measure of udder health), UDC = udder composite (a group of conformation traits related to udder structure), FLC = feet/legs composite (a group of conformation traits related to feet & legs), BSC = body size composite (a group of conformation traits related to the physical size of the animal), DPR = daughter pregnancy rate (a measure of fertility based on days open), CCR = cow conception rate (a measure of mature cow fertility), HCR = heifer conception rate (a measure of maiden heifer fertility), and CA$ = calving ability dollars (a group of traits related to direct and maternal dystocia and stillbirth, expressed in dollars)

The selection indices used in most countries are broadly similar, but they are not identical. The composition of merit indices for 17 countries are shown in Figure INDICES. Perhaps the most notable difference among indices is the weight given to milk; 9 countries directly select for volume in their index, and 8 countries do not. Some countries, such as New Zealand, include milk in their index with a negative weight to actively select for lower milk yield. This makes sense in countries that export most of their milk; water is heavy and expensive to move, so high-solids milk is strongly preferred. All indices include some weight on fat and protein yield, as well as udder health. Most include some weight on conformation, fertility, and longevity. The "Others" category includes phenotypes such calving, fitness, and health traits.

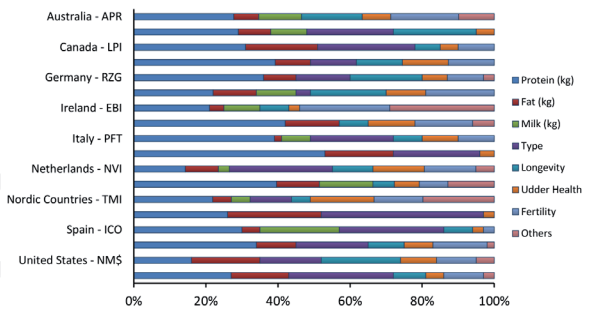


Figure INDICES. Traits included in the total merit indices of 17 countries. The data used to construct this figure were provided by F. Miglior of the Canadian Dairy Network and a similar graphic appeared in Egger-Danner *et al.* (2015)

The first official genomic breeding values were published for US Holsteins and Jerseys in January 2009, and genomic selection programs have been implemented in most major dairy-producing countries (Wiggans *et al.*, 2011). The most important thing that genomics provides to dairy farmers is high-reliability information about genetic merit early in life. That information can be used to produce higher rates of genetic gain (Schaeffer, 2006), as well as to make culling early decisions and avoid the high costs of rearing a poor-quality calf. This is particularly useful when genomics is used in conjunction with sexed semen so that there is a surplus of females and the voluntary culling rate can be increased (e.g., De Vries *et al.*, 2011).

Conclusions

The number of phenotypes available for use in selection and management decisions continues to increase. When selecting mates for cows, bulls should be evaluated based on their genetic merit for an appropriate total merit index that includes economic values that are representative of the region in which the herd is operating. Such indices produce optimal rates of genetic gain because all available information is combined into a single metric for decision-making. The use of whole-herd genotyping should be strongly considered if you have more female calves than you need to replace involuntarily culled animals. The cost of genotyping a calf using a low-density SNP assay is much less than the cost of feeding a calf from birth to maturity, so and can be used to identify the genetically superior animals in your herd.

Acknowledgments

The author appreciates the cooperation of the Council on Dairy Cattle Breeding (Reynoldsburg, OH, USA) and the Cooperative Dairy DNA Repository (Columbia, MO, USA) in supplying pedigree, performance, and genotype data for use in this research. John B. Cole was supported by ARS-USDA appropriated project 1245-31000-101-00, "Improving Genetic Predictions in Dairy Animals Using Phenotypic and Genomic Information".

Mention of trade names or commercial products in this paper is solely for the purpose of providing specific information and does not imply recommendation or endorsement by the US Department of Agriculture.

References

Cochran, S.D.; Cole, J.B.; Null, D.J.; Hansen, P.J. Single nucleotide polymorphisms in candidate genes associated with fertilizing ability of sperm and subsequent embryonic development in cattle. Biol. Reprod. 2013, 89:69, 1–7.

Cole, J.B.; Null, D.J. Genetic evaluation of lactation persistency for five breeds of dairy cattle. J. Dairy Sci. 2009, 92, 2248-2258.

Cole, J.B.; VanRaden, P.M.; Null, D.J.; Hutchison, J.L.; Cooper, T.A. AIPL Research Report GENOMIC3: Haplotype tests for recessive disorders that affect fertility and other traits. AIP Research Report GENOMIC3 (09-13). 2013. Accessed March 25, 2014. (http://aipl.arsusda.gov/reference/recessive_haplotypes_ARR-G3.html).

Cole, J.B.; Wiggans, G.R.; VanRaden, P.M. Genetic evaluation of stillbirth in United States Holsteins using a sire-maternal grandsire threshold model. J. Dairy Sci. 2007, 90, 2480-2488.

Connor, E.E.; Hutchison, J.L.; Norman, H.D.; Olson, K.M.; Van Tassell, C.P.; Leith, J.M.; Baldwin, R.L. Use of residual feed intake in Holsteins during early lactation shows potential to improve feed efficiency through genetic selection. J. Anim. Sci. 2013, 91, 3978-3988.

De Haas, Y.; Windig, J.J.; Calus, M.P.L.; Dijkstra, J.; De Haan, M.; Bannink, A.; Veerkamp, R.F. Genetic parameters for predicted methane production and potential for reducing enteric emissions through genomic selection. J. Dairy Sci., 2011, 94, 6122-6134.

De Vries, A.; Galligan, D.T.; Cole, J.B. Some ideas on the use and economic value of the 3K SNP genomic test for calves on dairy farms. Dairy Update 2011, 11, 5-9.

Dikmen, S.; Cole, J.B.; Null, D.J.; Hansen, P.J. Genome-wide association mapping for identification of quantitative trait loci for rectal temperature during heat stress in Holstein cattle. PLoS ONE. 2013, 8, e69202.

Egger-Danner, C.; Cole, J.B.; Pryce, J.; Gengler, N.; Heringstad, B.; Bradley, A.; Andrews, L.; Stock, K.F. Invited review: overview of new traits and phenotyping strategies in dairy cattle with a focus on functional traits. Animal. 2015, 9, 191-207.

Gengler, N.; Abras, S.; Verkenne, C.; Vanderick, S.; Szydlowski, M.; Renaville, R. Accuracy of prediction of gene content in large animal populations and its use for candidate gene detection and genetic evaluation. J. Dairy Sci. 2008, 91, 1652-1659.

Hazel, L.N. The genetic basis for constructing selection indexes. Genetics 28, 1943, 476-490.

Henderson, C.R. Applications of Linear Models in Animal Breeding; University of Guelph; Ontario, Canada, 1984.

Heringstad, B.; Østerås, O. More than 30 years of health recording in Norway. ICAR 2013 Health Data Conference: challenges and benefits of health data recording in the context of food chain quality, management and breeding. 30–31 May 2013, Århus, Denmark.

Lucy, M.C. Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where will it end? J. Dairy Sci. 2001, 84, 1277–1293.

Lush, J.L. Animal Breeding Plans, Third Edition; Iowa State College Press; Ames, IA, USA, 1949.

Miglior, F.; Chesnais, J.; Van Doormaal, B.J. Genetic improvement: a major component of increased dairy farm profitability. Retrieved March 24, 2015, from http://www.icar.org/cork_2012/Manuscripts/Published/Miglior%20A1.pdf, 2012.

Null, D.J; Cole, J.B.; Sun, C.; VanRaden, P.M. Assignment of polled status using single nucleotide polymorphism genotypes and predicted gene content. J. Dairy Sci. 2015, 98(E-Suppl. 1), (Accepted).

Parker Gaddis, K.L.; Cole, J.B.; Clay, J.S.; Maltecca, C. Genomic selection for producer-recorded health event data in US dairy cattle. J. Dairy Sci. 2014, 97, 3190–3199.

Parker Gaddis, K.L.; Cole, J.B.; Clay, J.S.; Maltecca, C. Benchmarking dairy herd health status using routinely-recorded herd summary data. J. Dairy Sci. 2015, 89, (submitted).

Schaeffer, L.R. Strategy for applying genome-wide selection in dairy cattle. J. Anim. Breed. Genet. 2006, 123, 218–223.

Segelke, D.; Reinhardt, F.; Liu, Z.; Thaller, G. Prediction of expected genetic variation within groups of offspring for innovative mating schemes. Genet. Sel. Evol. 2014, 46, 42.

Silva, M.V.B.; dos Santos, D.J.A.; Boison, S.A.; Utsunomiya, A.T.H.; Carmo, S.; Sonstegard, T.S.; Cole, J.B.; Van Tassell, C.P. The development of genomics applied to dairy breeding. Livest. Sci. 2014, 166, 66–75.

Soyeurt, H.; Dehareng, F.; Gengler, N.; McParland, S.; Wall, E.; Berry, D. P.; Coffey, M.; Dardenne, P. Mid-infrared prediction of bovine milk fatty acids across multiple breeds, production systems, and countries. J. Dairy Sci. 2011, 94, 1657-1667.

Sun, C.; VanRaden, P.M.; Cole, J.B.; O'Connell, J.R. Improvement of prediction ability for genomic selection of dairy cattle by including dominance effects. PLoS ONE. 2014, 9(8), e103934.

Thompson-Crispi, K.A.; Sewalem, A.; Miglior, F.; Mallard, B.A. Genetic parameters of adaptive immune response traits in Canadian Holsteins. J. Dairy Sci. 2012, 95, 401-409.

Van der Linde, C.; De Jong, G.; Koenen, E.P.C.; Eding, H. Claw health index for Dutch dairy cattle based on claw trimming and conformation data. J. Dairy Sci. 2010, 93, 4883-4891.

Van Tassell, C.P.; Wiggans, G.R.; Misztal, I. Implementation of a sire-maternal grandsire model for evaluation of calving ease in the United States. J. Dairy Sci. 2003, 86, 3366–3373.

VanRaden, P.M.; Cole, J.B. Net merit as a measure of lifetime profit: 2014 revision. AIP Research Report NM$5, 2014. Retrieved March 24, 2015, from http://aipl.arsusda.gov/reference/nmcalc-2014.htm.

Wiggans, G.R.; VanRaden, P.M.; Cooper, T.A. The genomic evaluation system in the United States: past, present, future. J. Dairy Sci. 2011, 94, 3202–3211.

TRADUCCIÓN AL CASTELLANO ▼

Genómica aplicada en el bovino lechero

Dr. John B. Cole

Laboratorio de Genómica Animal y Mejora

Servicio de Investigación Agrícola, Departamento de Agricultura de Estados Unidos, Beltsville, MD, Estados Unidos

Resumen

En los sistemas modernos de producción de ganado lechero es posible registrar muchos fenotipos distintos de una manera rentable. La selección de uno o unos pocos rasgos ha sido muy exitosa; pero, a medida que los sistemas de producción y las condiciones económicas cambian, es necesario desarrollar objetivos de selección que incluyan información de múltiples fenotipos. Los rasgos de importancia económica se podrían combinar con un índice de selección de mérito total que represente las correlaciones entre los rasgos y las diferencias en sus heredabilidades. La información de los recesivos mendelianos se puede incluir en los objetivos de cría cuando los genotipos o los contenidos genéticos estimados están disponibles. Es posible seleccionar para fenotipos de salud y condición física, así como para rendimiento; pero, a menudo, faltan datos, o son limitados en cantidad y calidad. Las decisiones de selección genética en las evaluaciones de las vacas se pueden combinar con la información genómica y pueden utilizarse pata tomar decisiones de gestión, como la selección de novillas para descarte voluntario. Los genes indeseados se deben eliminar de las poblaciones siempre que sea posible, en lugar de mantenerse.

Introducción

Los fenotipos son las características de un animal que se pueden medir de alguna manera. El rendimiento en leche es el típico fenotipo utilizado en la mejora bovino lechero; pero, hay muchos otros, como el rendimiento en grasa y proteína, la fertilidad y la longevidad. Los primeros programas de cría animal se centraban en los rasgos visibles del animal, como el color del pelaje y su patrón. No obstante, estas características pocas veces tienen una fuerte relación con la productividad. Los programas de mejora genética utilizan medidas de rendimiento (fenotipos) y otra información, como las relaciones de pedigrí y los genotipos de los SNP (polimorfismos de un solo nucleótido), para predecir

el mérito genético de los animales. Los valores de cría resultantes se pueden utilizar para clasificar a los animales y seleccionar los apareamientos para la mejora del rebaño.

Las primeras asociaciones para la mejora de los rebaños lecheros se formaron en Europa a finales del siglo XIX para ayudar a los productores de leche a aumentar la productividad y la rentabilidad. Esto dio lugar a la recogida de información sobre el rendimiento de muchos animales. Esos datos se utilizaron para desarrollar herramientas para cuantificar el rendimiento individual y hacer comparaciones entre los animales (por ejemplo, Lush, 1949). El desarrollo de la teoría de los índices de selección (Hazel, 1943) y, más tarde, de los modelos mixtos lineales (Henderson, 1984) proporcionó el marco estadístico en el que se basa la cría de animales moderna. Esas herramientas han evolucionado hasta convertirse en programas de selección genómica modernos, que incluyen información de miles de marcadores de ADN (por ejemplo, Silva *et al.*, 2014), lo que ha dado lugar a intervalos generacionales más cortos y al aumento de los diferenciales de selección. Los avances tecnológicos recientes también han aumentado los tipos de fenotipos que se pueden recoger económicamente para muchos animales. Este trabajo describe cómo se utilizan los fenotipos en los programas de mejora bovino lechero y analiza qué rasgos se deben incluir en un objetivo de cría.

Fenotipos tradicionales

Los programas de selección de vacas lecheras se han centrado tradicionalmente en los rasgos de producción y conformación (tipo). Esto refleja tanto el valor económico de la producción (se paga a los ganaderos por la leche, la grasa y la proteína) como la relativa facilidad de medida de los rasgos de conformación. Una vez que las pruebas de grasa y proteína de laboratorio se hicieron rutinarias, el pago de diferenciales para los niveles altos de los componentes y los recuentos de células somáticas bajos se hizo habitual (aunque no universal). La raza Roja Noruega fue pionera en el uso de los rasgos de salud en su programa de selección, que incluía la mamitis y otras enfermedades desde 1978 (Heringstad y Østerås, 2013). La producción de leche aumentó drásticamente como respuesta a la selección genética y mejoró la gestión durante muchos años (Figura 1), con un rendimiento en leche medio anual que aumentó de 5916 kg en 1957 hasta 12575 kg en el 2011 (Figura LECHE; https://www.cdcb.us/eval/summary/trend.cfm). No obstante, esta selección intensa para la leche también tuvo consecuencias indeseadas, siendo la más notable el descenso dramático de la fertilidad (medida como días abiertos) en las holstein estadounidenses (Figura DPR; Lucy, 2001).

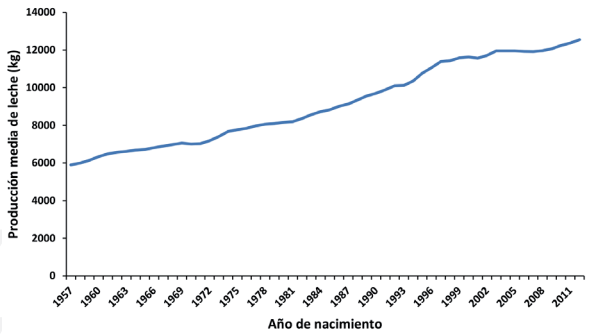


Figura LECHE. Tendencia fenotípica para la producción de leche (kg) en holstein estadounidenses basada en las vacas nacidas entre los años 1957 y 2011 (origen de los datos: https://www.cdcb.us/eval/summary/trend.cfm)

Los objetivos de selección se han ido ampliando gradualmente para incluir otros rasgos de importancia económica (Miglior *et al.*, 2012), lo que ha resultado en una mejora del bienestar animal y de la rentabilidad de la explotación. Muchos índices incluyen ahora uno o más rasgos de parto, como la distocia o la muerte fetal (por ejemplo, Van Tassell *et al.*, 2003; Cole *et al.*, 2007), y los ganaderos suelen elegir toros de parto fácil para cubrir sus novillas vírgenes. Esta práctica es perjudicial en última instancia y debe ser eliminada. Si un toro tiene un mérito genético pobre para la distocia o la muerte fetal, no se debe utilizar como semental de servicio en ninguna vaca. Cuando estos toros se cruzan con vacas más viejas, los genes indeseados se mantienen en la población, cuando deberían ser eliminados.

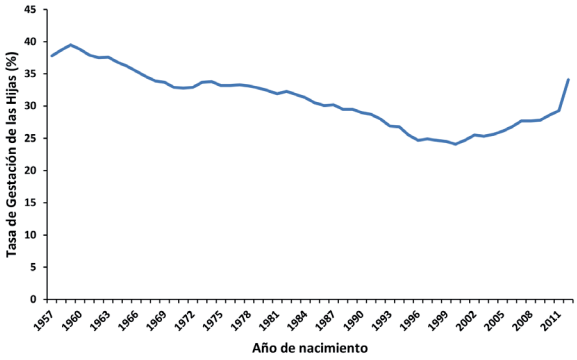


Figura DPR. Tendencia fenotípica para la tasa de gestación de las hijas (DPR, por sus siglas en inglés) (%), una medida de fertilidad, de las holstein estadounidenses basada en las vacas nacidas entre los años 1957 y 2011 (origen de los datos: https://www.cdcb.us/eval/summary/trend.cfm)

Fenotipos nuevos

Registrar nuevos fenotipos no es gratis. Cuando se emplea nueva tecnología, alguien tiene que pagar el equipo. A menudo se necesita mano de obra adicional para registrar rasgos nuevos y los datos resultantes deben introducirse en los registros del rebaño, almacenarse y (frecuentemente) transmitirse desde la granja a una organización de registro de leche. Los ganaderos registran datos y demandan servicios de gestión y consultoría, mientras que los centros de procesamiento de registros consumen datos y proporcionan información que se puede utilizar en la toma de decisiones. Un modelo para apoyar la recogida de datos nuevos es la granja como vendedora de datos y no solo de leche y sólidos de la leche. Sin embargo, se debe proporcionar un valor claro tanto al ganadero como al comprador de los datos. Lo ideal sería que los nuevos fenotipos tuvieran pocas correlaciones fenotípicas y genéticas con otros rasgos ya medidos, lo que significaría que los datos nuevos estarían proporcionando información novedosa. Si las correlaciones entre los fenotipos viejos y nuevos son altas, tiene que haber otra ventaja para el rasgo nuevo, que es el bajo coste del registro. También tiene que haber un equilibrio entre la cantidad y la calidad de los datos: un número pequeño de observaciones de alta calidad puede ser más deseable que un gran número de mediciones de baja calidad.

Egger-Danner *et al.* (2015) han proporcionado recientemente una amplia visión global sobre los nuevos fenotipos que son relevantes para los productores de leche, con especial énfasis sobre los rasgos de salud y condición física. Una lista inevitablemente incompleta de estos fenotipos incluye: salud de la pezuña (Van der Linde *et al.*, 2010), salud de la vaca (Parker Gaddis *et al.*, 2013), desarrollo embrionario (Cochran *et al.*, 2013), respuesta inmunológica (Thompson-Crispi *et al.*, 2012), producción de metano (de Haas *et al.*, 2011), composición de los ácidos grasos

de la leche (Soyeurt *et al.*, 2011), persistencia de la lactación (Cole *et al.*, 2009), temperatura rectal (Dikmen *et al.*, 2013) e ingesta residual de alimentos (Connor *et al.*, 2013). Tradicionalmente, los fenotipos tienen una baja dimensión, lo que significa que solo hay unas pocas observaciones por lactación y una estrecha correspondencia entre la medición y el rasgo biológico. Sin embargo, algunos fenotipos, como los obtenidos a través del espectro del infrarrojo medio, producen muchas mediciones (por ejemplo, 1.060 puntos) por observación y hay una desconexión entre la medición y los rasgos biológicos de interés. Los costes del almacenamiento, la transmisión y el análisis de los datos de alta dimensión también son más altos, lo que debe tenerse en cuenta a la hora de decidir qué medir.

Fenotipos basados en genotipos

Como resultado de la rápida adopción de la selección genómica, hay muchos genotipos disponibles para investigar. Esto ha dado como resultado varios descubrimientos interesantes, como un número de haplotipos que están asociados con la fertilidad reducida y otras condiciones, como el color rojo del pelaje o la ausencia de cuernos (Cole *et al.*, 2013). No obstante, para poder incluir estos recesivos mendelianos en un programa de cría, se debe conocer el genotipo de cada animal de la población. Esto es sencillo para los animales con genotipos de SNP, pero se debe calcular para los animales no genotipados, que incluye a la mayoría de las vacas en el libro genealógico. Gengler *et al.* (2008) presentaron un algoritmo para calcular el contenido genético (el número de alelos que un animal posee en un determinado locus) en los pedigríes grandes. Este algoritmo se aplicó al conjunto de datos nacional de Estados Unidos y se utilizó para estimar el contenido genético para el locus de ausencia de cuernos en el ganado Jersey (Null *et al.*, 2015), así como para calcular los valores actualizados del mérito neto vitalicio, que incluyen el valor económico de la ausencia de cuernos. Los resultados demuestran que el estado de ausencia de cuernos de los animales no genotipados se puede determinar con precisión y que este método se puede extender a otros genes de interés.

Usos de los fenotipos

El uso más común de los fenotipos en los programas de mejora genética es el cálculo de los valores de cría. Esto ha dado lugar a las tasas favorables de ganancia genética vistas en la Figura LECHE. Las mejoras para el futuro incluyen la adopción de estrategias de apareamiento que representen la dominancia, así como los efectos aditivos (Sun *et al.*, 2014), que aprovechen las diferencias entre los sementales en la variación genética de su descendencia (Segelke *et al.*, 2014) o que incluyan información sobre los haplotipos deseados e indeseados en la población.

No obstante, esos datos también son útiles para supervisar el rendimiento de las vacas individuales y los rebaños enteros, sobre todo cuando se combinan en una base de datos grande de modo que las comparaciones se puedan realizar entre granjas. Por ejemplo, Parker Gaddis *et al.* (2015) han mostrado recientemente que los datos sobre alteraciones de la salud registrados por el productor se pueden utilizar para controlar la salud del rebaño e identificar las vacas individuales que tienen un mayor riesgo de sufrir serios problemas de salud durante una lactación. Cuando los datos se combinan entre los rebaños, se pueden utilizar para identificar las prácticas de manejo asociadas con los resultados de salud deseados y no deseados.

Tabla HISTORIA. Historial de los cambios principales en los índices genético-económicos para el ganado lechero del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés) y el porcentaje de importancia relativa sobre los rasgos incluidos en cada índice (VanRaden and Cole, 2014)

Rasgos introducidos[1]	Índice genético-económico del USDA (y año de introducción)								
	PD$ (1971)	MFP$ (1976)	CY$ (1984)	NM$ (1994)	NM$ (2000)	NM$ (2003)	NM$ (2006)	NM$ (2010)	NM$ (2014)
Leche	52	27	−2	6	5	0	0	0	−1
Grasa	48	46	45	25	21	22	23	19	22
Proteína	...	27	53	43	36	33	23	16	20
PL	...	...	...	20	14	11	17	22	19
SCS	...	...	...	−6	−9	−9	−9	−10	−7
UDC	...	...	...	...	7	7	6	7	8
FLC	...	...	...	...	4	4	3	4	3
BSC	...	...	...	...	−4	−3	−4	−6	−5
DPR	...	...	...	...	...	7	9	11	7
CCR	...	...	...	...	...	...	...	...	2
HCR	...	...	...	...	...	...	...	...	1
CA$	...	...	...	...	...	...	6	5	5

[1]Definiciones de los rasgos: PL = vida productiva (una medida de longevidad), SCS = puntuación de células somáticas (una medida de salud de la ubre), UDC = índice compuesto de la ubre (un grupo de rasgos de conformación relacionados con la estructura de la ubre); FLC = índice compuesto de las pezuñas/patas (un grupo de rasgos de conformación relacionados con las pezuñas y las patas), BSC = índice compuesto del tamaño corporal (un grupo de rasgos de conformación relacionados con el tamaño físico del animal), DPR = tasa de gestación de la hija (una medida de fertilidad basada en los días abiertos), CCR = tasa de concepción de la vaca (una medida de la fertilidad de la vaca adulta); HCR = tasa de concepción de la novilla (una medida de la fertilidad de la novilla nulípara) y CA$ = capacidad de parto en dólares (un grupo de rasgos relacionados con la distocia directa materna y la muerte fetal, expresado en dólares).

(Se han mantenido las iniciales en inglés de todos los parámetros medidos –Nota del traductor–).

Objetivos de selección en los programas de mejora genética

Los fenotipos utilizados para desarrollar un criterio de selección normalmente representan fuentes de ingresos, como el rendimiento, así como gastos, como la salud. Los criterios de selección cambian a lo largo del tiempo para ajustarse a las nuevas condiciones de mercado y a las necesidades de los productores. El índice de mérito neto vitalicio que se utiliza actualmente en Estados Unidos incluye 12 rasgos de varios grupos relacionados (Tabla HISTORIA; VanRaden and Cole, 2014): rendimiento (rendimientos en leche, grasa y proteínas), longevidad, salud de la ubre, conformación (ubres, pezuñas/patas e índice compuesto corporal), fertilidad (tasa de gestación de las hijas, tasas de concepción de novillas y vacas), y capacidad de parto (distocia materna directa y muerte fetal). Antes de 1971, la mayoría de las selecciones en Estados Unidos se basaban solo en la producción de leche. Sin embargo, a medida que se fue disponiendo de más rasgos, se fueron incorporando al índice de selección nacional. La longevidad y la salud de la ubre (medida por la puntuación de células somáticas) fueron los primeros rasgos funcionales que se añadieron al índice de mérito neto (NM$, por sus siglas en inglés) en 1994. Los rasgos de conformación (tipo) se añadieron en el 2000; la fertilidad, en el 2003; y los rasgos de parto, en el 2006. Las revisiones más recientes han visto la adición de los rasgos

adicionales de fertilidad y parto para atender las necesidades de los productores de leche estadounidenses. Además del índice de NM$, que está diseñado para ser utilizado por los productores de leche comerciales, Estados Unidos también ha publicado índices adaptados para la producción de queso, la producción de leche líquida y la producción basada en los pastos. El valor de los rasgos difiere en cada uno de estos mercados y, en algunos casos, hay esquemas diferenciales de pago, como una sanción sobre el agua (volumen de leche) cargada por muchas plantas queseras, que afectan al peso de los parámetros en el índice.

Los índices de selección ya cuentan con las relaciones fenotípicas y genéticas entre los rasgos. Los niveles independientes de descarte no deben usarse junto con los índices de mérito porque eso produce tasas sub-óptimas de ganancia genética.

Los índices de selección utilizados en la mayoría de los países son muy similares, aunque no idénticos. En la Figura ÍNDICES se muestra la composición de los índices de mérito de 17 países. Quizás, la diferencia más notable entre los índices es el peso dado a la leche; 9 países seleccionan directamente por el volumen en su índice, y 8 países, no. Algunos países, como Nueva Zelanda, incluyen la leche en su índice con un peso negativo para seleccionar activamente por menor rendimiento en leche. Esto tiene sentido en los países que exportan la mayor parte de su leche; el agua es pesada y costosa de mover, por lo que es muy preferible la leche rica en sólidos. Todos los índices incluyen algo de peso en el rendimiento en grasa y proteína, así como en la salud de la ubre. La mayoría incluye algo de peso en la conformación, la fertilidad y la longevidad. La categoría de "Otros" incluye fenotipos, como los rasgos de parto, de condición física y de salud.

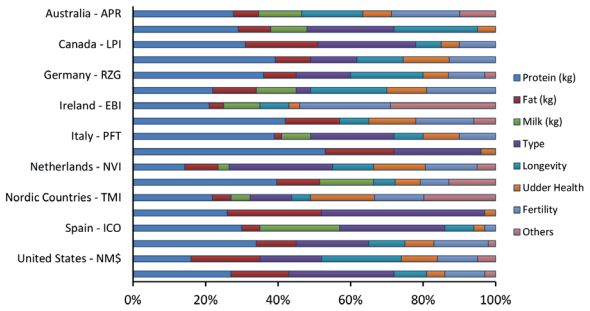


Figura ÍNDICES. *Rasgos incluidos en los índices de mérito total de 17 países. Los datos utilizados para la elaboración de esta figura fueron proporcionados por F. Miglior de la Red Lechera Canadiense (Canadian Dairy Network) y un gráfico similar aparece en Egger-Danner et al. (2015).*

Los primeros valores genómicos de cría oficiales se publicaron para las vacas holstein y Jersey estadounidenses en enero del 2009, y los programas de selección genómica se han implementado en la mayoría de los principales países productores de leche (Wiggans *et al.*, 2011). El valor más importante que proporciona la genómica a los productores de leche es la información de alta fiabilidad sobre el mérito genético a temprana edad. Esta información se puede utilizar para producir tasas más altas de ganancia genética (Schaeffer, 2006), así como para tomar decisiones de descarte pronto y evitar los altos costes de crianza de una ternera de mala calidad. Esto es especialmente útil cuando la genómica se utiliza conjuntamente con el semen sexado, de manera que haya un excedente de hembras y la tasa de descarte voluntario se pueda aumentar (por ejemplo, De Vries *et al.*, 2011).

Conclusiones

El número de fenotipos disponibles para utilizar en las decisiones de selección y gestión sigue aumentando. A la hora de elegir los sementales para las vacas, los toros deben evaluarse en función de su mérito genético para un índice de mérito total apropiado que incluya los valores económicos que sean representativos de la región en la que opera el rebaño. Dichos índices producen tasas óptimas de ganancia genética porque toda la información disponible se combina en una única métrica para la toma de decisiones. El uso del genotipado de todo el rebaño se debe considerar seriamente si se tienen más terneras de las necesarias para reemplazar los animales descartados involuntariamente. El coste de genotipar un ternero utilizando un ensayo de SNP de baja densidad es mucho menor que el de alimentar a un ternero desde el nacimiento hasta la madurez, y puede usarse para identificar los animales genéticamente superiores en el rebaño.

Agradecimientos

El autor agradece la colaboración del Consejo de Cría de Ganado Lechero (Reynoldsburg, OH, USA) y del Depósito Cooperativo de ADN Lechero (Columbia, MO, USA) en la aportación de datos de pedigrí, de rendimiento y de genotipos para su uso en esta investigación. John B. Cole fue apoyado por el correspondiente proyecto 1245-31000-101-00 del Servicio de Investigación Agrícola del Departamento de Agricultura de Estado Unidos, "Improving Genetic Predictions in Dairy Animals Using Phenotypic and Genomic Information" (Mejora de las predicciones genéticas en los animales lecheros utilizando información fenotípica y genómica).

La mención de marcas y productos comerciales en este trabajo solamente tiene el propósito de proporcionar información específica y no implica ninguna recomendación o aprobación por parte del Departamento de Agricultura de Estados Unidos.

Referencias

Cochran, S.D.; Cole, J.B.; Null, D.J.; Hansen, P.J. Single nucleotide polymorphisms in candidate genes associated with fertilizing ability of sperm and subsequent embryonic development in cattle. Biol. Reprod. 2013, 89:69, 1–7.

Cole, J.B.; Null, D.J. Genetic evaluation of lactation persistency for five breeds of dairy cattle. J. Dairy Sci. 2009, 92, 2248-2258.

Cole, J.B.; VanRaden, P.M.; Null, D.J.; Hutchison, J.L.; Cooper, T.A. AIPL Research Report GENOMIC3: Haplotype tests for recessive disorders that affect fertility and other traits. AIP Research Report GENOMIC3 (09-13). 2013. Accessed March 25, 2014. (http://aipl.arsusda.gov/reference/recessive_haplotypes_ARR-G3.html).

Cole, J.B.; Wiggans, G.R.; VanRaden, P.M. Genetic evaluation of stillbirth in United States holsteins using a sire-maternal grandsire threshold model. J. Dairy Sci. 2007, 90, 2480-2488.

Connor, E.E.; Hutchison, J.L.; Norman, H.D.; Olson, K.M.; Van Tassell, C.P.; Leith, J.M.; Baldwin, R.L. Use of residual feed intake in holsteins during early lactation shows potential to improve feed efficiency through genetic selection. J. Anim. Sci. 2013, 91, 3978-3988.

De Haas, Y.; Windig, J.J.; Calus, M.P.L.; Dijkstra, J.; De Haan, M.; Bannink, A.; Veerkamp, R.F. Genetic parameters for predicted methane production and potential for reducing enteric emissions through genomic selection. J. Dairy Sci., 2011, 94, 6122-6134.

De Vries, A.; Galligan, D.T.; Cole, J.B. Some ideas on the use and economic value of the 3K SNP genomic test for calves on dairy farms. Dairy Update 2011, 11, 5-9.

Dikmen, S.; Cole, J.B.; Null, D.J.; Hansen, P.J. Genome-wide association mapping for identification of quantitative trait loci for rectal temperature during heat stress in holstein cattle. PLoS ONE. 2013, 8, e69202.

Egger-Danner, C.; Cole, J.B.; Pryce, J.; Gengler, N.; Heringstad, B.; Bradley, A.; Andrews, L.; Stock, K.F. Invited review: overview of new traits and phenotyping strategies in dairy cattle with a focus on functional traits. Animal. 2015, 9, 191-207.

Gengler, N.; Abras, S.; Verkenne, C.; Vanderick, S.; Szydlowski, M.; Renaville, R. Accuracy of prediction of gene content in large animal populations and its use for candidate gene detection and genetic evaluation. J. Dairy Sci. 2008, 91, 1652-1659.

Hazel, L.N. The genetic basis for constructing selection indexes. Genetics 28, 1943, 476-490.

Henderson, C.R. Applications of Linear Models in Animal Breeding; University of Guelph; Ontario, Canada, 1984.

Heringstad, B.; Østerås, O. More than 30 years of health recording in Norway. ICAR 2013 Health Data Conference: challenges and benefits of health data recording in the context of food chain quality, management and breeding. 30–31 May 2013, Århus, Denmark.

Lucy, M.C. Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where will it end? J. Dairy Sci. 2001, 84, 1277–1293.

Lush, J.L. Animal Breeding Plans, Third Edition; Iowa State College Press; Ames, IA, USA, 1949.

Miglior, F.; Chesnais, J.; Van Doormaal, B.J. Genetic improvement: a major component of increased dairy farm profitability. Retrieved March 24, 2015, from http://www.icar.org/cork_2012/Manuscripts/Published/Miglior%20A1.pdf, 2012.

Null, D.J; Cole, J.B.; Sun, C.; VanRaden, P.M. Assignment of polled status using single nucleotide polymorphism genotypes and predicted gene content. J. Dairy Sci. 2015, 98(E-Suppl. 1), (Accepted).

Parker Gaddis, K.L.; Cole, J.B.; Clay, J.S.; Maltecca, C. Genomic selection for producer-recorded health event data in US dairy cattle. J. Dairy Sci. 2014, 97, 3190–3199.

Parker Gaddis, K.L.; Cole, J.B.; Clay, J.S.; Maltecca, C. Benchmarking dairy herd health status using routinely-recorded herd summary data. J. Dairy Sci. 2015, 89, (submitted).

Schaeffer, L.R. Strategy for applying genome-wide selection in dairy cattle. J. Anim. Breed. Genet. 2006, 123, 218–223.

Segelke, D.; Reinhardt, F.; Liu, Z.; Thaller, G. Prediction of expected genetic variation within groups of offspring for innovative mating schemes. Genet. Sel. Evol. 2014, 46, 42.

Silva, M.V.B.; dos Santos, D.J.A.; Boison, S.A.; Utsunomiya, A.T.H.; Carmo, S.; Sonstegard, T.S.; Cole, J.B.; Van Tassell, C.P. The development of genomics applied to dairy breeding. Livest. Sci. 2014, 166, 66–75.

Soyeurt, H.; Dehareng, F.; Gengler, N.; McParland, S.; Wall, E.; Berry, D. P.; Coffey, M.; Dardenne, P. Mid-infrared prediction of bovine milk fatty acids across multiple breeds, production systems, and countries. J. Dairy Sci. 2011, 94, 1657-1667.

Sun, C.; VanRaden, P.M.; Cole, J.B.; O'Connell, J.R. Improvement of prediction ability for genomic selection of dairy cattle by including dominance effects. PLoS ONE. 2014, 9(8), e103934.

Thompson-Crispi, K.A.; Sewalem, A.; Miglior, F.; Mallard, B.A. Genetic parameters of adaptive immune response traits in Canadian holsteins. J. Dairy Sci. 2012, 95, 401-409.

Van der Linde, C.; De Jong, G.; Koenen, E.P.C.; Eding, H. Claw health index for Dutch dairy cattle based on claw trimming and conformation data. J. Dairy Sci. 2010, 93, 4883-4891.

Van Tassell, C.P.; Wiggans, G.R.; Misztal, I. Implementation of a sire-maternal grandsire model for evaluation of calving ease in the United States. J. Dairy Sci. 2003, 86, 3366–3373.

VanRaden, P.M.; Cole, J.B. Net merit as a measure of lifetime profit: 2014 revision. AIP Research Report NM$5, 2014. Retrieved March 24, 2015, from http://aipl.arsusda.gov/reference/nmcalc-2014.htm.

Wiggans, G.R.; VanRaden, P.M.; Cooper, T.A. The genomic evaluation system in the United States: past, present, future. J. Dairy Sci. 2011, 94, 3202–3211.

EXTENSIVO

MODELOS DE SIMULACIÓN PARA LA GESTIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA DEL VACUNO DE CARNE EN EXTENSIVO

Dr. Alberto Bernués[1], Dr. Daniel Villalba[2], Dr. Gillermo Ripol[1]l, Dr. Roberto Ruiz[3]
1 Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón, Zaragoza.
2 Departament de Producció Animal, Universitat de Lleida, Lleida.
3 NEIKER-Tecnalia, Vitoria

Resumen

Los modelos matemáticos son herramientas útiles para evaluar alternativas de gestión o innovaciones en los sistemas ganaderos, ya que permiten explorar de antemano las consecuencias de su aplicación, teniendo en cuenta las interrelaciones existentes entre los diferentes componentes del sistema de producción.

NODRIZA es un modelo de simulación dinámico y estocástico diseñado para simular la dinámica de rebaño en ganado vacuno de carne. El modelo tiene en cuenta los efectos de la alimentación que reciben los animales, la gestión del rebaño aplicada a nivel de lote y la reproducción animal. NODRIZA puede simular los efectos a corto, medio o largo plazo de diversas estrategias de alimentación, uso de recursos naturales y manejo técnico; y evaluar los resultados en términos de rendimiento técnico y económico, así como el riesgo asociado a dichas estrategias (derivado de la simulación estocástica de los animales, la variabilidad dentro del rebaño y entre años).

En este trabajo, se exponen las características principales del programa y se dan ejemplos de uso y validación con explotaciones comerciales de ganado vacuno de carne con diversos sistemas productivos (nodrizas, cebo y ciclo completo) en Aragón.

NODRIZA[1]: programa de simulación de sistemas ganaderos de vacuno de carne

NODRIZA es un programa informático que permite evaluar la viabilidad técnica, productiva y económica de las explotaciones ganaderas de vacuno de carne bajo diversas estrategias de alimentación, de manejo reproductivo y del rebaño, así como de uso de recursos naturales.

Esta herramienta está pensada para evaluar alternativas de alimentación y reproducción en diferentes condiciones agroambientales, tanto en sistemas basados en pastoreo como intensivos. El programa puede ser utilizado tanto en la gestión práctica de explotaciones a nivel de campo, como en investigación para explorar nuevas estrategias de gestión y analizar las consecuencias de su aplicación con el paso del tiempo.

El programa ofrece al usuario un entorno amigable de uso, incorpora relaciones de alimentación-reproducción a medio-largo plazo en el rebaño y tiene en cuenta la variabilidad de los animales gracias a funciones matemáticas de carácter aleatorio.

El programa está orientado a ganaderos y profesionales del sector con un cierto grado de conocimientos técnicos, así como investigadores, docentes y estudiantes. Permite al usuario elegir entre diferentes niveles, desde un nivel básico que utiliza los parámetros preestablecidos en la aplicación realizando únicamente pequeños ajustes para adaptar la simulación a la realidad, hasta un modo avanzado, destinado principalmente a técnicos e investigadores, que permite actuar sobre la práctica totalidad de parámetros de la aplicación, incluyendo las fórmulas de cálculo de las simulaciones.

Así pues, NODRIZA puede ser adaptado por el usuario a diversas necesidades de simulación: variables determinísticas o estocásticas; periodos anuales o plurianuales; y recursos de alimentación, tamaños y manejos de rebaño variables, etc. Es un programa generalizable y aplicable a cualquier explotación de vacuno de carne. Tiene la capacidad de simular a nivel de animal individual las relaciones entre alimentación y reproducción, y de manera agregada, según el manejo de rebaño que siga la explotación, simular a largo plazo la dinámica poblacional del rebaño. El modelo se ejecuta diariamente.

En la Figura 1 se observa la interfaz inicial del programa. En primer lugar el usuario debe elegir entre tres opciones para el tipo de explotación: rebaño de vacas nodrizas (venta de terneros al destete), rebaño de cebo (formado sólo por animales en cebo), o rebaño mixtos (abarca el ciclo completo: vacas nodrizas y animales en cebo). Los menús más frecuentemente utilizados se representan mediante imágenes en secuencia lógica. Podemos observar 3 partes: i) en la primera parte se define el sistema de producción en sus diversas componentes, recursos de pastoreo y alimentos; ii) en la segunda parte se procede a definir el manejo del rebaño y alimentación: lotes, fechas de cubrición, tasas de reposición, etc. y el manejo de la alimentación en diversas épocas; y iii) el paso 3 abre el menú donde se define la simulación.

En la parte inferior hay una opción que permite acceder a los resultados de simulaciones anteriores, sin necesidad de volver a ejecutar el programa. Por último se encuentran las prestaciones para usuarios avanzados, (características de la raza, parámetros del modelo y parámetros estocásticos) que se dan por defecto pero pueden ser modificados por el usuario.

A modo de ilustración, se presenta un ejemplo de formulario de los recursos de pastoreo y manejo de rebaño de una explotación real del Pirineo Central Oscense, así como de salidas de resultados.

El formulario de recursos de pastoreo (Figura 2) recoge los diferentes recursos, las fechas en que están disponibles, así como su concentración energética e ingestión voluntaria. Estas variables pueden variar en el tiempo según fechas establecidas por el usuario lo que permite representar de manera sencilla la variación estacional natural de la calidad del recurso. En la Figura 3 puede verse el formulario donde se introducen los datos de manejo del rebaño: número de vacas, fechas de entrada y salida de toros, manejo de reposición y desvieje, etc.

La Figura 4 recoge la interfase de simulación, una vez definidos los alimentos, pastos, manejo de rebaño y plan de alimentación. Puede

1 Tanto el programa como el manual de usuario pueden descargase de manera gratuita en www2.cita-aragon.es/e/?a=NODRIZA

elegirse entre realizar una simulación con variables estocásticas (aleatorias) o no, el lugar de destino de los ficheros de datos y el tipo de ficheros de salida.

Las Figuras 5 a 8 corresponden a salidas de evolución de peso de los animales en un año, evolución de peso de los animales en todo el periodo de simulación, resumen del plan anual de alimentación y balance económico, respectivamente. Todas las gráficas y tablas de salida tienen múltiples opciones de datos a representar, fechas, tipos de animales, periodos, etc.



Figura 1. Interfaz principal de programa NODRIZA

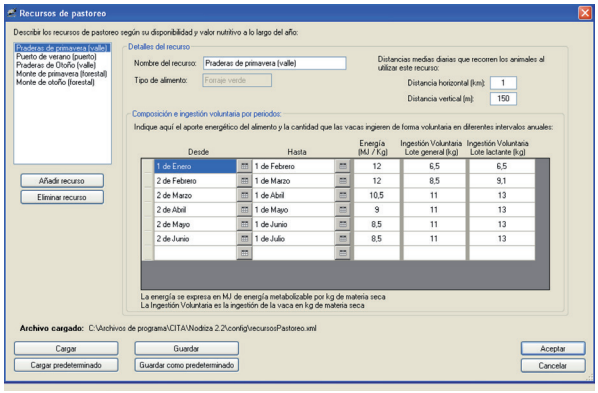


Figura 2. Formulario de recursos de pastoreo

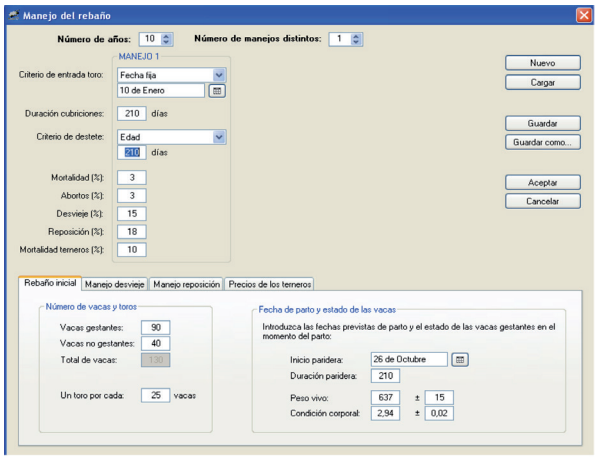


Figura 3. Formulación de manejo de rebaño

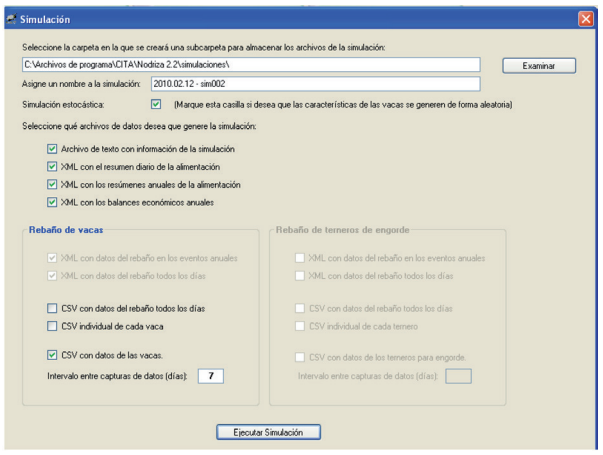


Figura 4. Interfaz de elección de tipo de simulación y de ficheros de datos de salida

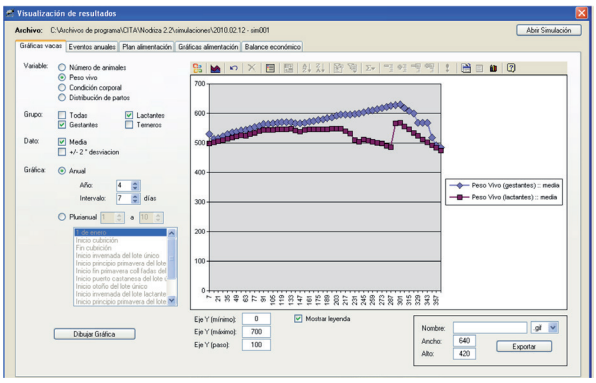


Figura 5. Simulación del peso vivo de vacas gestantes y lactantes en el año 4 de simulación

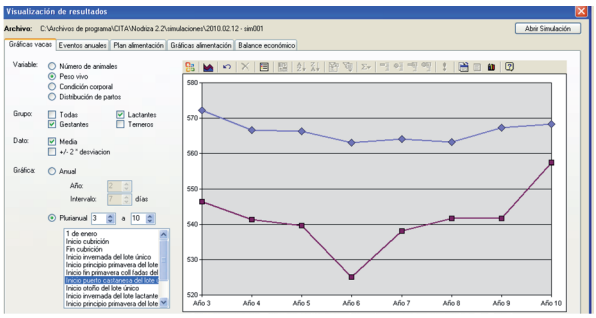


Figura 6. Simulación del peso vivo de vacas gestantes y lactantes al inicio del pastoreo de montaña a lo largo de todo el periodo simulado

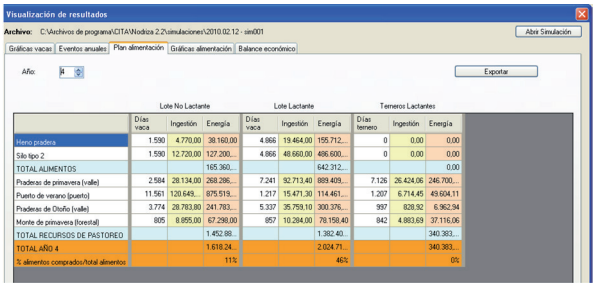


Figura 7. Resumen del plan anual de alimentación del año 4 de simulación

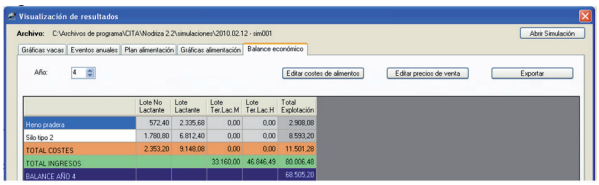


Figura 8. Balance económico en el año 4 de simulación

Uso[2] y validación de NODRIZA en explotaciones comerciales

NODRIZA se ha validado en explotaciones de vacuno de carne de Aragón, Cataluña y País Vasco. En Aragón, se realizó un seguimiento periódico de 6 explotaciones de vacuno de carne pertenecientes a las Asociaciones de Criadores de Parda de Montaña y Pirenaica situadas en diversos ámbitos agro-ecológicos (alta montaña, media montaña y valle medio del Ebro) en las 3 provincias aragonesas (Tabla 1).

En una primera visita fue necesario realizar una encuesta exhaustiva sobre estructura de la explotación, uso de superficie agraria (pastos en particular), manejo reproductivo de los animales, plan anual de alimentación, etc. así como aspectos económicos y sociales.

Los ganaderos aportaron sus libros de explotación, gracias a los cuales contamos con un registro de partos, celos e incidencias de los últimos 10 años en los rebaños; estos datos nos han permitido validar el funcionamiento del modelo con periodos de tiempo prolongados.

Pósteriormente, se realizaron tres visitas a cada explotación para pesar y registrar la condición corporal en momentos importantes del ciclo productivo, ej. salida al pasto, entrada en establo, etc. (Tabla 1).

Además se procedió a tomar muestras de los principales alimentos empleados para su caracterización, estima de la ingestión voluntaria y parametrización del programa.

En cuanto a la simulación de explotaciones reales, se incluye 1 caso de las 6 explotaciones bajo control. Se trata de la misma explotación antes utilizada para ilustrar NODRIZA. Es una explotación de alta montaña, con estabulación invernal, utilización de pastos intermedios (forestales) en primavera y otoño, y uso de puerto en verano. El rebaño tiene 180 vacas y el periodo de cubrición es desde primeros de enero hasta primeros de agosto. Los terneros están con las madres hasta su destete a los 6-8 meses de edad. La explotación es de ciclo completo, cebando los terneros hasta su sacrificio a 350kg de peso canal.

En la Figura 9 se representan los datos reales de distribución de partos de dicha explotación en el periodo 2000-2008.

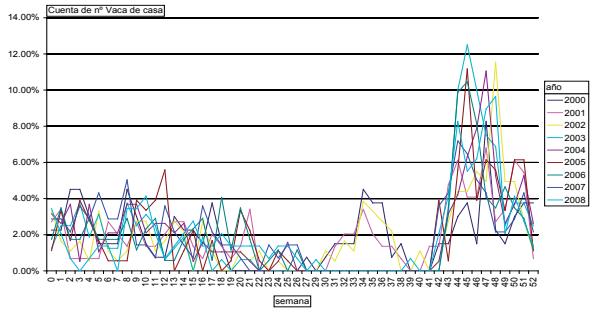


Figura 9. Distribución de partos real en los años 2000-2008 (en % de partos)

Como puede observarse, no ha habido variaciones evidentes en la pauta de partos en los diferentes años, con una cierta concentración entre las semanas 44 y 48 de cada año, lo que significa que el manejo reproductivo se ha mantenido constante en el periodo referido. En la figura 10 se representa la distribución de paridera semana anual simulada mediante NODRIZA. Puede observarse como el programa es capaz de representar de manera bastante aproximada la distribución de los partos en la explotación.

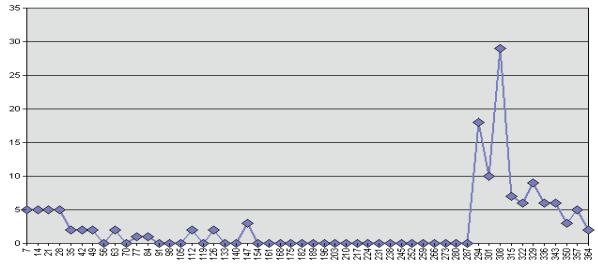


Figura 10. Distribución de partos simulada (en nº de partos)

En relación a los datos de peso de los animales, en la Figura 11 se observan los datos medios y las desviaciones de diversos controles realizados en fechas clave de manejo a lo largo del año: al final de la invernada, antes de la subida a los pastos y antes de la estabulación invernal. Puede observase como el modelo refleja correctamente los pesos en esas fechas, no solo el dato medio sino la variabilidad del rebaño. Asimismo vemos la evolución anual del peso de los animales.

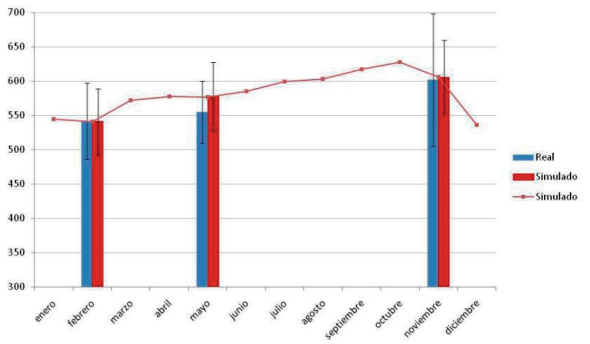


Figura 11. Evolución del peso de vacas gestantes y lactantes, valores reales y simulados

2 El programa NODRIZA ha sido solicitado por más de 500 usuarios fundamentalmente en España, si bien un 20% de solicitudes proceden del extranjero, fundamentalmente de América Latina.

Tabla 1. Relación de explotaciones y controles realizados en Aragón

Localización	Raza Explotada	Ubicación	Tipo de Manejo	Pesos Invierno	CC Invierno	Pesos Primavera	CC Primavera	Peso Otoño	CC Otoño
Noales (Huesca)	Parda de Montaña	Alta Montaña	Manejo tradicional de montaña (puerto de verano)	542±56 N=37	2.58±0.22 N=37	555±48 N=56	2.72±0.35 N=56	603±91 N=40	2.80±0.30 N=40
Villarluengo (Teruel)	Pirenaica	Alta Montaña	Pastoreo continuo en montaña		2.4±0.30 N=31				2.83±0.25 N=30
Besians (Huesca)	Parda de Montaña	Media Montaña	Manejo tradicional de montaña (puerto de verano)	593± 60 N=16	2.40±0.30 N=16			527±109 N=65	2.68±0.28 N=65
Ainsa (Huesca)	Pirenaica	Media Montaña	Alterna pastoreo de pradera con estabulación	548±68 N=41	2.50±0.35 N=41	574±66 N=39	2.70±0.36 N=39	554±62 N=41	2.50±0.39 N=41
Epila (Zaragoza)	Pirenaica	Valle	Alterna pastoreo de pradera con estabulación	513±98 N=50	2.53±0.19 N=50	506±87 N=51	2.74±0.34 N=51	508±90 N=42	2.47±0.36 N=42
Yéqueda (Huesca) [1]	Parda de Montaña	Valle	Verano-otoño en puerto Invierno-principio primavera cuadra		2.45±0.30 N=113		2.25±0.28 N=80		2.28±0.40 N=117

Los datos de peso son muy similares a los representados en la Figura 6 para una serie multianual. Se observa como a partir del año 3 los pesos se estabilizan alrededor de 563-572 kg para las secas o gestantes y 525-546 kg para las lactantes, datos muy similares a los reales de la explotación. Resultados muy similares se obtienen con los datos simulados de condición corporal (CC) (Figura 12), si bien en este caso parece que el modelo está sobreestimando la CC de las vacas secas y gestantes.

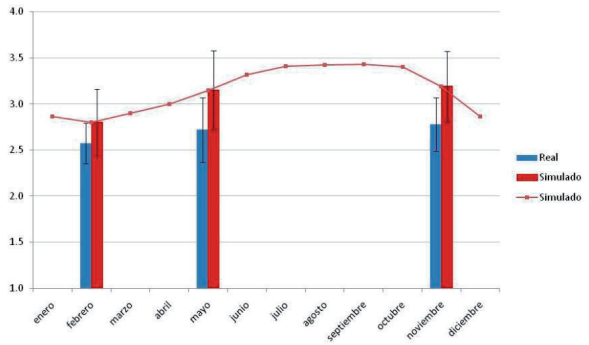


Figura 12. Evolución de la condición corporal de vacas gestantes y lactantes, valores reales y simulados

Finalmente, para ilustrar el módulo de cebo del modelo original se presentan los datos obtenidos de 20 terneros de raza Parda de Montaña. Los terneros se dividieron en 4 lotes en función de dos niveles de alimentación de las vacas nodrizas durante la lactación (Alto y Bajo) y de si se suministró concentrado de iniciación a los terneros hasta el destete (Con y Sin). Los animales se destetaron a los 150 días de edad y permanecieron en cebadero alimentándose con concentrado comercial y paja ad libitum durante un periodo de entre 170 y 212 días, sacrificándose a medida que llegaban a un peso fijo de 525 kg. El consumo diario de alimento se controló de forma individual y se realizaron pesadas semanales.

En la Figura 13 se contrasta la evolución del peso vivo estimada del modelo con cada lote de terneros. En los cuatro lotes se observa como el modelo se ajusta a la curva con un coeficiente de determinación superior en todos los casos al 0,99 y con un error típico máximo entre los valores reales y los estimados de 4,7 kg en el caso del lote Bajo-Sin.

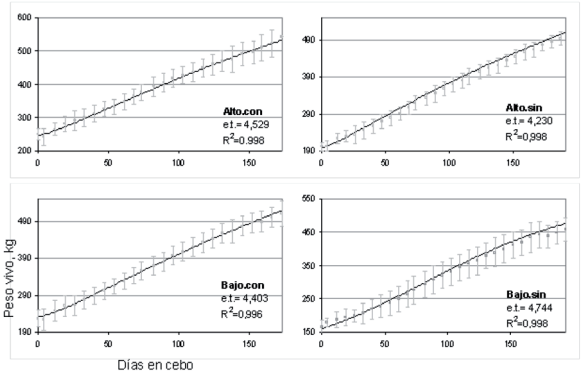


Figura 12. Evolución del peso vivo de terneros en cebo con diferentes estrategias de alimentación

Conclusión

El software NODRIZA se ha diseñado de modo que se pueda adaptar a las necesidades del usuario interesado en simular el comportamiento productivo de los rebaños de vacuno de carne en circunstancias muy diversas.

Se trata de un modelo dinámico y estocástico que permite simular efectos a corto, medio o largo plazo de escenarios de manejo complejos, considerando no sólo la dinámica del rebaño y las interacciones entre la alimentación, el manejo y la reproducción, sino también la utilización de los recursos naturales.

Las simulaciones pueden ser utilizadas para explorar nuevas estrategias de gestión y analizar *a priori* las consecuencias de su implementación bajo diversos escenarios, sin embargo, los resultados concretos obtenidos no deben ser considerados como definitivos o concluyentes de cara a elegir una estrategia óptima.

Agradecimientos

Se agradece la colaboración desinteresada de los ganaderos que han participado en la validación de NODRIZA en el País Vasco, Aragón y Cataluña. NODRIZA ha sido desarrollado por el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón, NEIKER Tecnalia y la Universidad de Lleida. Su desarrollo ha sido financiado por varios proyectos de investigación y trasferencia del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria.

Publicaciones

Villalba D. Díez-Unquera B., Carrascal A., Bernués A., Ruiz R., 2015. An integrated simulation and optimization model of sheep farms as a tool to explore technical and environmental objectives. Advances in Animal Biosciences, 6(1), 6–8.

Díez-Unquera B. Ripoll-Bosch R., Ruiz R., Villalba D, Olaizola A., Blasco-Aramendía I., Ripoll G., Sanz A., Casasús I. Joy M., Beltrán de Heredia I., Ameen F., Molina E., Bernués A., 2012. Nuevos enfoques para el estudio de sistemas agro-silvo-pastorales: análisis de sostenibilidad y modelos de simulación. En: Avances de Investigación en Producción Animal en Iberoamérica. O. A. Castelán Ortega, A. Álvarez Macías, A. Bernués Jal, J.C. Ku Vera, V. C. Silveira (eds.). Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán, 277-304.

Villalba D., Ripoll G., Ruiz R., Bernués A., 2011. Use of stochastic models to simulate long-term dynamics of mountain cattle herds under low-labour availability scenarios. In: New trends for innovation in the Mediterranean animal production, R. Bouche, A. Derkimba & F. Casabianca (Eds.) Wageningen Academic Publishers, EAAP Scientific Series 129, 89-98.

Villalba D., Ripoll G., Ruiz R., Bernués A., 2010. Long-term stochastic simulation of mountain beef cattle herds under diverse management strategies. Agricultural Systems 103, 210-220.

Villalba D., Casasús I., Sanz A., Bernués A., Estany J., Revilla R., 2006. Stochastic simulation of mountain beef cattle systems. Agricultural Systems 89 (2-3), 414-434.

Ruiz R., Villalba D., Bernués A., 2005. Desarrollo de un modelo de simulación de la dinámica de rebaño en sistemas extensivos de vacuno de carne. ITEA, vol. extra nº 26 tomo I, 204-206.

Bernués A., Ripoll G., Ruiz R., Casasús I., Villalba D., 2005. Aplicación de un modelo de simulación de crecimiento al cebo de terneros de raza Parda de Montaña: resultados preliminares. ITEA, vol. extra nº 26 tomo I, 219-221.

REPRODUCCIÓN

MANAGEMENT STRATEGIES TO OPTIMIZE REPRODUCTIVE PERFORMANCE IN DAIRY HEIFERS

Dr. Carlos A. Risco

DVM, Dipl. ACT
College of Veterinary Medicine
University of Florida, Gainesville, Florida
RiscoC@ufl.edu

Introduction

In order to sustain genetic progress and maintain an economic advantage of higher milk production, dairy producers should breed replacement heifers to sires used in artificial insemination (AI). Overton and Sischo (2005) showed that milk yield in daughters of AI-proven bulls was 366-444 kg greater compared to daughters bred to bulls or natural service sires. Lifetime profit of dairy replacement heifers is maximized when heifers calve between 23 and 25 months of age **(**Head, 1992**).** However, actual calving ages on first calf heifers are greater than these on many dairy herds. Thus, to maintain genetic progress and maximize profitability, heifer breeding programs should include AI and designed to achieve calving to occur around 24 months.

This manuscript discusses reproductive management strategies using AI that veterinarians can recommend to obtain an optimal calving age in dairy heifers.

Estrous synchronization programs with prostaglandin $F2_{\alpha}$ (PGF)

According to a survey conducted by the National Animal Health Monitoring System, approximately 63% of the dairy farms in the United States use AI following detection of spontaneous or induced estrus with PGF in dairy heifers (NAHMS, 2009). Prostaglandin facilitates estrus detection by promoting sexually active (estral events) groups that are concentrated within a 7-day window which helps improve estrous detection rate. The main advantages of this program are the ease of implementation, relatively low costs and high pregnancy per AI (Ribeiro *et al.*, 2011). However, success of PGF programs depends on efficiency and accuracy of estrous detection, which requires daily observation. However, in contrast to lactating dairy cows, time spent on estrous detection in heifers on many dairy farms is limited, which can delay time of first AI and therefore increase age at first calving, associated with additional costs (Caraviello *et al.*, 2006).

Ovulation synchronization protocols compared with estrous synchronization protocols in heifers

As mentioned earlier a major limitation for use of AI in dairy replacement heifers is time and effort related with daily estrous detection especially if heifers are located at remote locations(Erven & Arbaugh, 1987; Caraviello *et al.*, 2006). Ovulation synchronization protocols such as the ovsynch timed AI (TAI) program could allow for increased use of AI in heifers, avoiding the need for detection of estrus as in lactating cows.

In addition to the advantage that represents the increase use of AI for genetic improvement of the dairy, the implementation of an ovulation synchronization protocol also represents an economical advantage for dairy producers. Detection of estrus requires more labor per animal and therefore increases costs compared to a synchronization program on a dairy farm (Olynk & Wolff, 2008). In an overall economical analysis of reproductive management strategies used in United States commercial dairy farms, synchronization programs had a greater expected net present value than visual estrous detection programs (Olynk & Wolff, 2008). With a TAI management program, the time from puberty to conception is reduced, representing a lower negative cash flow due a decrease in feeding cost, and higher positive cash flow from an increase in the lifetime profit of heifers (Moreira, 2009).

The "Problem" with ovulation synchronization protocols in dairy heifers is that the pattern of follicular development in heifers is different from that of lactating dairy cows (Sartori *et al.*, 2004). Heifers have a faster rate of follicular growth (Pursley *et al.*, 1997) and a higher frequency of thee wave follicular cycles (Savio *et al.*, 1988). Therefore, if an ovulation synchronization protocol is started with GnRH at a random stage of the estrous cycle, failure to synchronize ovulation for TAI occurs. When the first GnRH injection is given at the beginning of a follicular wave, i.e. at day 2 or 10 of the cycle, a dominant follicle is not present, resulting in a low ovulation frequency to the first GnRH injection (Moreira et al; 2000). If a new follicular wave emerges, LH receptors are not expressed in the granulosa cells of growing follicles during the first day of the follicular wave (Xu *et al.*, 1995). This is prior to the time of deviation in follicular growth rates between eventual dominant and subordinate follicles that occur on average at 2.8 days after follicular wave emergence, when dominant follicle diameter is 8.5 mm and 7.2 mm for the largest subordinate follicle (Ginther *et al.*, 1996).

In heifers with three follicular waves, approximately 57% of the estrous cycle is at a stage of follicular development that is not responsive to the first GnRH injection to cause an ovulation and initiate a new follicular wave. As a result of this lack of ovulation to the first GnRH injection (e.g., given at day 16 of cycle with a heifer having a 3-wave follicular cycle), the CL originating from the preceding spontaneous ovulation regresses before PGF treatment. Thus, heifers would express estrus prematurely close to the time of the PGF treatment (Rivera *et al.*, 2004, 2005).

When the Ovsynch protocol was developed for use in dairy cattle, it was evaluated either in lactating cows or heifers (Pursley *et al.*, 1995). The authors found that 90 % of cows, but only 54 percent of heifers responded to the first injection of GnRH by ovulating a dominant follicle. Due to the lower percentage of heifers ovulating

to the first injection of GnRH, which resulted in only 75 % of heifers being synchronized, this protocol did not appear to be as effective for synchronizing heifers as lactating dairy cows.

The Ovsynch protocol was compared to a detection of estrus program consisting of an injection of GnRH agonist followed by a $PGF_{2\alpha}$ injection 7 days later and AI at detected estrus (Schmitt *et al.*, 1996). The Ovsynch protocol had greater P/TAI if the GnRH agonist injection was administered 48 h after $PGF_{2\alpha}$ injection (day 9) instead of 24 h (day 8) (45.5 versus 25.8 %, respectively). Nevertheless, P/TAI were always reduced in the TAI protocol. These studies lead to the conclusion that dairy heifers respond poorly to the Ovsynch protocol, consequently the application of this program has not been recommended for dairy heifers.

The 5 day timed AI protocol

This protocol was developed by Bridges *et al.* (2008), and consists in a modification of the Co-Synch program. The interval from the first GnRH treatment to the PGF injection is reduced to 5 days and the proestrus interval from PGF to the second injection of GnRH/TAI is lengthened to 3 days. As an intravaginal insert device containing progesterone (CIDR) was applied between the first GnRH and the PGF injections, the protocol was originally referred to the 5 days Co-Synch + CIDR (Bridges *et al.*, 208; Rabaglino *et al.*, 2010) and in later research as the 5 day timed AI protocol (Lima *et al.*, 2011, 2012) and is shown in (Figure 1). This modification of the Co-Synch program was based on the hypothesis that reducing the interval from the initial GnRH treatment to PGF and lengthening the interval until the second GnRH injection (proestrus period) would increase estradiol secretion by the pre-ovulatory follicle and increase fertility. In beef cows, this approach resulted in higher P/TAI compared to a 7 days Co-Synch + CIDR with the second GnRH and timed AI concurrently at 60 h (80.0 versus 66.7 %, respectively). Due to the shortened interval from the initial GnRH to PGF in the 5 days Co-Synch + CIDR protocol it is not known whether regression of an induced accessory CL occurs with one injection of $PGF_{2\alpha}$. Therefore, a second PGF injection was applied approximately 12 h after the first $PGF_{2\alpha}$ injection, which results in additional animal handling and cost. However, in beef cows, the use of one injection of PGF in the 5 days Co-Synch + CIDR protocol resulted in a 17 % reduction in P/TAI compared with the use of two injections of PGF_2 (Kasimanickam *et al.*, 2009).

A survey completed in 2007 indicated that fewer than 4% of dairy operations used timed AI programs for breeding dairy heifers (NAHMS, 2009). The low utilization was justified by reduced pregnancy per AI (30 to 40%) obtained with standard Ovsynch protocol compared with AI at detected estrus (50 to 60%). Another reason was the perception by producers that reproductive management of dairy heifers is not a concern.

A series of studies from the University of Florida have been published that evaluated the efficacy and economics of the 5 days Timed AI protocol in dairy heifers (Rabaglino *et al.*, 2010; Lima *et al.*, 2011, 2012). The protocol consisted of a first injection of GnRH and insertion of a CIDR containing 1.38 g of progesterone inserted at day 0; 5 days later (day 5) the CIDR was removed and one or two injections (24 hrs apart) were administered; 3 days later, on day 8 a second injection of GnRH was administered concurrently with timed AI as shown in figure 1. This novel timed AI program for dairy heifers resulted in adequate pregnancy per AI of 50 to 60%.

Considering that the ovulation rate after GnRH administration is low, Lima et al (2011) hypothesized that the first GnRH in the 5 days timed AI protocol, would have little effect on fertility in dairy heifers. Therefore the authors evaluated the effect of the first GnRH injection on ovarian responses and pregnancy per AI. Six hundred and five Holstein heifers were synchronized for their second insemination and assigned randomly to receive the initial GnRH injection on study d 0 (n = 298) of the 5 days timed AI protocol or to remain as untreated controls, not receiving the initial GnRH injection (n = 307). All heifers received a controlled internal drug release (CIDR) insert containing progesterone on d 0, a single injection of PGF and removal of the CIDR on d 5, and GnRH concurrent with timed AI on d 8. Ovulation on study d 0 was greater for initial GnRH treated than control (35.4 vs. 10.6%). Presence of a new corpus luteum (CL) at PGF injection was greater for initial GnRH treated than for control (43.1 vs. 20.8%), although the proportion of heifers with a CL at PGF did not differ between treatments and averaged 87.1%. Pregnancy per AI was not affected by treatment at days 32 or 60 (initial GnRH = 52.5 and 49.8% vs. control = 54.1 and 50.0%, respectively), and pregnancy loss averaged 6.0% from 32 to 60 days.

Considering the low ovulation rate (35.4%) to the initial GnRH injection in the Lima et (2011) study, Lima et al (2012), further evaluated one vs. two doses of PGF in the 5 days Co-Synch + CIDR protocol. The authors reported that two doses of PGF administered on days 5 and 6 of the 5 days timed AI protocol resulted in a successful pregnancy per AI of 60%. The benefit of the two PGF doses was attributed to optimizing CL regression despite low ovulation rates at the initiation of the protocol with GnRH. The authors concluded that the benefit of the initial GnRH in the 5 days timed AI protocol to optimize fertility in dairy heifers requires two doses of PGF 2 days apart as shown in figure 1.

Use of the conventional timed AI protocols such as Ovsynch and Co-Synch have resulted in low pregnancy rates in heifers. Lima and Santos (2014), reviewed pregnancy per AI for heifers inseminated by conventional Ovsynch or Co-Synch protocols from seven studies involving 823 heifers, and seven studies with 6,177 heifers AI by the 5 days timed AI protocol. Results showed that the overall pregnant per AI was 56.3% for the 5 days timed AI protocol compared to 38.6 for the conventional timed AI protocols. Further, that the pregnancy per AI obtained from 5 days timed AI are compatible with results obtained for AI at detected estrus in dairy heifers.

Economics of timed AI program in dairy heifers

A recent survey of large dairy herds in the Western states in the US revealed that most dairy farms have pregnancy rates in heifers below 30 per cent (Lima and Santos 2014). This means that for every 3 weeks, less than 30 per cent of the eligible heifers become pregnant on a farm. This is critical in farms where insemination rates are low.

Simulations conducted by Ribeiro et al (2011), have suggested that timed AI would be economical for management of first breeding in heifers when the detection of estrus in dairy farms is below 70 %, which seems to be the case on many farms. Despite the costs associated with treatments and labor, implementation of these programs can result in $10 to $20 reduction in cost per pregnancy in heifers. Most of the changes in costs per pregnancy resulted from feed costs associated with heifers becoming pregnant later in the breeding period.

Use of natural service (bulls) to breed heifers

Use of bulls or natural service breeding program is an option that some dairy producers use to avoid the need for detection of estrus and improve PR. The author is not aware of any studies that evaluated reproductive efficiency in heifers bred by AI or natural service. However, there have been ample studies that indicate

that use of natural service in lactating cows is not economical .

A study conducted in the south east region of the United States that compared natural service with AI after detected estrus, demonstrated that reproductive performance was not different for natural service herds (DeVries *et al.*, 2005). In contrast, Overton and Sicho (2005) using data from 10 large California dairy herds that utilized a combination of AI and natural service, reported that cows were more likely to become pregnant if they were bred by AI. Further, a direct comparison between timed AI and NS, two breeding systems without estrous detection, showed similar reproductive performance (Lima *et al.*, 2009). However, natural service was more expensive ($ 10.00 to $60.00 / cow/ year) than timed AI related to the cost to feed bulls, milk price, genetic merit and the consideration of replacing or not bulls in the lactating pen by cows (Lima *et al.*, 2010). Additionally, use of natural service can be a risk for transmission of venereal diseases, trauma during breeding, inability to select for less dystocia, impairment of genetic improvement and, more importantly they can be dangerous to dairy personnel.

Summary

With adequate fertility, the major advantage of implementing the 5 days timed AI protocol for dairy heifers is to improve pregnancy rate by increasing the number of animals AI in herds with poor estrous detection intensity and accuracy. The advantage from this timed AI protocol is that it maximizes the number of pregnant animals earlier after they become eligible for breeding, which results in a younger age at pregnancy and calving that reduces costs for feeding dairy heifers. Nevertheless, producers must understand that these programs require compliance, good record keeping and have additional labor and costs associated with hormone administration.

References

Bridges GA, Helser LA, Grum DE, Mussard ML and Day ML. 2008. Decreasing the interval between GnRH and PGF2α from 7 to 5 d and lengthening proestrus increases timed-AI pregnancy rates in beef cows. Theriogenology, 69:843–851.

Caraviello DZ, Wiegel KA, Fricke PM, Wiltbank MC, Florent MJ, Cook NB. 2006. Survey of management practices on reproductive performance of dairy cattle on large US commercial farms. J of Dairy Sci., 89:4723–4735.

De Vries A, Steenholdt C, Risco C: 2005. Pregnancy rates and milk production in natural service andartificially inseminated dairy herds in Florida and Georgia. J. Dairy Sci., 88:948-956

Erven, B.L., Arbaugh, D. (1987). Artificial insemination on U.S. dairy farms. Report of a study conducted in cooperation with the National Association of Animal Breeders, NAAB, Columbia, MO.

Ginther, O. J., Wiltbank, M. C., Fricke, P. M., Gibbons, J. R., Kot, K. (1996) Selection of the dominant follicle in cattle. Biology of Reproduction, 55:1871-1194.

Head, H. H. (1992) Heifers performance standards: rearing systems, growth rates and lactation. In: Large Dairy Herd Health Management. pp 422-433. C. J. Wilcox and H. H. VanHorn, ed. University of Florida Press, Gainesville, FL.

Kasimanickam, R., Day, M. L., Rudolph, J. S., Hall, J. B., Whittier, W. D. (2009). Two doses of prostaglandin improve pregnancy rates to timed-AI in a 5-d progesterone-based synchronization protocol in beef cows. Theriogenology, 71:762–767.

Lima F, Risco C, Thatcher M, Benzaquen M, Archbald L, Santos J, Thatcher WW. 2009. Comparison of reproductive performance in lactating dairy cows bred by natural service or timed artificial insemination. J. Dairy Sci,2009; 92:5456.

Lima FS and Santos JEP. 2014. The Cattle Site – Cattle Health, Welfare and Diseases News. www.thecattlesite.com

Lima F, De Vries A, Risco C, Santos J,Thatcher WW. 2010. Economic comparison of naturalservice and timed artificial insemination breeding programs in dairy cattle. J. Dairy Sci, 93:4404-4413

Lima FS, Ayres H, Favoreto MG, Bisinotto RS, Greco LF, Ribeiro ES, Baruselli PS, Risco CA, Thatcher WW, Santos JEP. 2011. Effects of the GnRH at initiation of the 5-d timed AI program and timing of induction of ovulation relative to AI on ovarian dynamics and fertility of dairy heifers. J. Dairy Sci, 94:4997-5004.

Lima FS, Bisinotto RS, Ribeiro ES, Ayres H, Greco LF, Galvão KN, Risco CA, Thatcher WW, Santos JE. 2012. Effects of one or two treatments with prostaglandin F2α on subclinical endometritis and fertility in lactating dairy cows inseminated by timed AI J. Dairy Sci. 96:6480-6488.

Moreira F, de la Sota, RL, Diaz T, Thatcher WW. 2000. Effect of day of the estrous cycle at the initiation of a timed artificial insemination protocol on reproductive responses in dairy heifers. Journal of Animal Science, 78:1568-1576.

Moreira F. 2009. Economics of reproductive interventions. In: Attending the Dairy Wellness Summit Makes a Difference. Proceedings Pfizer Animal Health conference. Dallas, TX.

National Animal Health Monitoring System (NAHMS). 2009. Dairy 2007. Part IV: Reference of Dairy Cattle Health and Management Practices in the United States, 2007. #N494.0209. Fort Collins, CO: Centers for Epidemiology and Animal Health/USDA/APHIS/ VS

Olynk N.J and Wolf CA. 2008. Economic analysis of reproductive management strategies on US commercial dairy farms. J. Dairy Sci, 91:4082–4091.

Overton MW and Sischo WM. 2005. Comparison of reproductive performance by artificial insemination versus natural service sires in California dairies. Theriogenology, 64:603-613.

Pursley JR, Mee MO and Wiltbank MC. (1995) Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2 and GnRH. Theriogenology, 44:915-923.

Rabaglino MB, Risco CA, Thatcher M-J, Kim IH, Santos JEP and Thatcher WW. 2010. Application of one injection of prostaglandin F2α in the five-day Co-Synch + CIDR protocol for estrous synchronization and resynchronization of dairy heifers. Journal of Dairy Science, 93: 1050-1058

Ribeiro E, Galvão K, Thatcher W and Santos JEP: Economic aspects of applying reproductive thechnologies to dairy herds. Animal Reproduction 2012; 9: 70-387

Rivera, H., Lopez, H., Fricke, P. M. (2004) Fertility of Holstein dairy heifers after synchronization of ovulation and timed AI or AI after removed tail chalk. Journal of Dairy Science, 87:2051–2061.

Rivera H, Lopez H and Fricke PM. 2005. Use of intravaginal progesterone-releasing inserts in a synchronization protocol before timed AI and for synchronizing return to estrus in Holstein heifers. J. Dairy Sci, 88:957-968.

Sartori R, Haughian JM, Shaver RD, Rosav GJ and Wiltbank MC. 2004. Comparison of ovarian function and circulating steroids in estrous cycles of Holstein heifers and lactating cows. J. of Dairy Sci, 87:905–920.

Savio D, Keenan L, Boland M P, Roche JF. 1988. Pattern of growth of dominant follicles during the estrous cycle of heifers. Journal of Reproduction and Fertility, 83:663–71.

Schmitt, E. J., Diaz, P. T., Drost, M., Thatcher, W.W. (1996) Use

of a gonadotropin-releasing hormone agonist or human chorionic gonadotropin for timed insemination in cattle. Journal of Animal Science, 74:1084-1091.

Stevenson JL, Rodrigues JA, Braga FA, Bitente S, Dalton JC, Santos JEP, Chebel RC. 2008. Effect of breeding protocols and reproductive tract score on reproductive performance of dairy heifers and economic outcome of breeding programs. J. of Dairy Sci, 91:3424-3438.

Xu Z, Garverick HA, Smith GW, Smith MF, Hamilton SA and Youngquist RS. 1995. Expression of follicle-stimulating hormone and luteinizing hormone receptor messengerribonucleic acids in bovine follicles during the first follicular wave. Biology of Reproduction, 53:951-957.

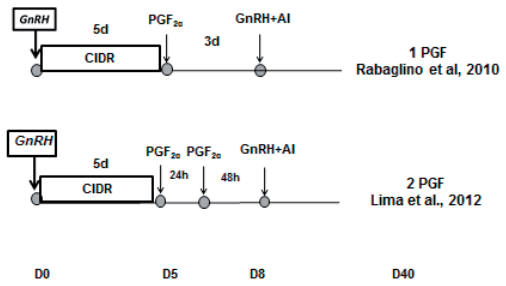


Figure 1. Five days timed AI protocol

TRADUCCIÓN AL CASTELLANO ▼

Estrategias de manejo para optimizar el rendimiento reproductivo de las novillas lecheras

Dr. Carlos A. Risco

DVM, Dipl. ACT

Facultad de Veterinaria - Universidad de Florida

Gainesville, Florida

Introducción

Con el fin de mantener el progreso genético, así como un mayor rendimiento económico por una mayor producción de leche, los productores de leche deberían cruzar las novillas de recría con toros probados en inseminación artificial (IA). Overton y Sischo (2005) demostraron que el rendimiento en leche de las hijas de los toros probados en IA era 366-444 kg mayor en comparación con las hijas de otros toros o de toros por monta natural. El beneficio vital de las novillas lecheras de recría se maximiza cuando las novillas paren con una edad entre 23 y 25 meses (Head, 1992). No obstante, las edades al primer parto actuales son mayores en muchos rebaños de leche. Por tanto, para mantener el progreso genético y maximizar la rentabilidad, los programas reproductivos de las novillas deberían incluir la IA y estar diseñados para conseguir que el parto se produzca alrededor de los 24 meses de edad.

Este documento trata sobre las estrategias de manejo reproductivo utilizando IA que los veterinarios pueden recomendar para conseguir una edad de parto óptima en las novillas lecheras.

Programas de sincronización de celo con prostaglandina $F_{2\alpha}$ (PGF)

De acuerdo con una encuesta llevada a cabo por el Sistema Nacional de Monitoreo de la Salud Animal (NAHMS, por sus siglas en inglés), aproximadamente el 63% de las granjas de leche de los Estados Unidos utiliza la IA cuando se detecta un celo espontáneo o inducido con PGF en las novillas de recría (NAHMS, 2009). La prostaglandina facilita la detección del celo al promover grupos sexualmente activos (signos de celo) que se concentran en un marco de 7 días que ayuda a mejorar la tasa de detección de celos. Las principales ventajas de este programa son la facilidad de implementación, los costes relativamente bajos y la alta tasa de gestación por IA (Ribeiro *et al.*, 2011). Sin embargo, el éxito de los programas de PGF depende de la eficiencia y la precisión en la detección del celo, que implica observación diaria. No obstante, en contraste con las vacas lecheras en lactación, el tiempo dedicado a la detección del celo en las novillas es limitado en muchas granjas de leche, lo que puede retrasar el momento de la primera IA y, por tanto, aumentar la edad en el primer parto, hecho relacionado con costes adicionales (Caraviello *et al.*, 2006).

Comparación entre protocolos de sincronización de la ovulación y protocolos de sincronización del celo en novillas

Como se ha mencionado antes, una limitación principal para el uso de la IA en las novillas lecheras de recría es el tiempo y el esfuerzo relacionados con la detección diaria de los celos, especialmente si las novillas se encuentran en lugares remotos (Erven y Arbaugh, 1987; Caraviello *et al.*, 2006). Los protocolos de sincronización de ovulación, como el programa Ovsynch de IA a tiempo fijo (TAI, por sus siglas en inglés o IATF) podrían permitir un mayor uso de la IA en las novillas, sin tener que detectar el celo como en las vacas en lactación.

Además de la ventaja que supone el incremento en el uso de la IA para la mejora genética de la explotación lechera, la implementación de un protocolo de sincronización de la ovulación también representa una ventaja económica para los productores de leche. La detección del celo requiere más trabajo por animal y, por tanto, aumenta los costes en comparación con una sistema de sincronización en una granja de leche (Olynk y Wolff, 2008). En un análisis económico general de las estrategias de manejo reproductivo utilizadas en granjas de leche comerciales de Estados Unidos, los programas de sincronización tenían un valor presente neto esperado mayor que los programas de detección de celo visuales (Olynk y Wolff, 2008). Con un programa de manejo basado en TAI, se reduce el tiempo entre la pubertad y la concepción, lo que representa un flujo de caja negativo menor, debido a una reducción en el coste de la alimentación, y un flujo de caja positivo mayor, por un aumento en el beneficio de por vida de las novillas (Moreira, 2009).

El "problema" con los protocolos de sincronización de la ovulación en las novillas lecheras es que el patrón de desarrollo folicular en las novillas es diferente al de las vacas lecheras en lactación (Sartori *et al.*, 2004). Las novillas tienen un ritmo de crecimiento folicular más rápido (Pursley *et al.*, 1997) y una mayor frecuencia de ciclos de ondas foliculares (Savio *et al.*, 1988). Por tanto, si se comienza un protocolo de sincronización de ovulación con GnRH en una fase aleatoria del ciclo estral, se produce un fallo en la sincronización de la ovulación para la TAI. Cuando se pone la primera inyección de GnRH al principio de la onda folicular, es decir, en los días 2 ó 10 del ciclo, no hay presencia de un folículo dominante, lo que resulta en una frecuencia de ovulación muy baja tras la primera inyección de GnRH (Moreira *et al*; 2000). Si emerge una nueva onda folicular, los receptores de LH no se expresan en las células de la granulosa de los folículos

en crecimiento durante el primer día de la onda folicular (Xu *et al.*, 1995). Esto es anterior al momento de desviación del folículo dominante en la onda de crecimiento folicular, lo que se produce, de media, 2,8 días después de la aparición de la onda folicular, cuando el diámetro del folículo dominante es ≥8,5 mm y el diámetro del folículo subordinado mayor de 7,2 mm (Ginther *et al.*, 1996).

En las novillas con tres ondas foliculares, aproximadamente el 57% del ciclo estral está en una fase de desarrollo folicular que no responde a la primera inyección de GnRH para provocar la ovulación e iniciar una nueva onda folicular. Como resultado de esta falta de ovulación tras la primera inyección de GnRH (por ejemplo, puesta en el día 16 del ciclo en una novilla con un ciclo de 3 ondas foliculares), el CL procedente de la ovulación espontánea precedente regresa antes del tratamiento con PGF. De esta manera, las novillas mostrarían el celo prematuramente cerca del momento del tratamiento con PGF (Rivera *et al.*, 2004, 2005).

Cuando se desarrolló el protocolo Ovsynch para su uso en el ganado lechero, se evaluó tanto en vacas como en novillas en lactación (Pursley *et al.*, 1995). Los autores descubrieron que el 90% de las vacas, pero sólo el 54% de las novillas, respondía a la primera inyección de GnRH, ovulando un folículo dominante. Debido al menor porcentaje de novillas que ovulaban con la primera inyección de GnRH, que daba lugar a sólo un 75% de novillas sincronizadas, este protocolo no parecía ser tan efectivo en la sincronización de las novillas como en la de las vacas lecheras en lactación.

Se comparó el protocolo Ovsynch con un programa de detección de celo que consistía en una inyección de un agonista de la GnRH, seguida de una inyección de $PGF_{2\alpha}$ 7 días después y la IA cuando se detectaba el celo (Schmitt *et al.*, 1996). El protocolo Ovsynch tenía una mayor P/TAI si la inyección del agonista de la GnRH se administraba 48 horas después de la inyección de $PGF_{2\alpha}$ (día 9), en vez de a las 24 horas (día 8) (45,5% frente a 25,8%, respectivamente). No obstante, la relación P/TAI era siempre menor en el protocolo TAI. Estos estudios llevan a la conclusión de que las novillas lecheras no responden bien al protocolo Ovsynch, por lo que no se ha recomendado la aplicación de este programa en novillas lecheras.

El protocolo de AI programada de 5 días

Este protocolo fue desarrollado por Bridges *et al.* (2008) y consiste en una modificación del programa Co-Synch. El intervalo entre el primer tratamiento de GnRH y la inyección de PGF se reduce a 5 días y el intervalo proestro desde la PGF hasta la segunda inyección de GnRH/TAI se alarga hasta 3 días. Como se ponía un dispositivo de aplicación intravaginal a base de progesterona (CIDR) entre la primera inyección de GnRH y la de PGF, el protocolo se conocía, al principio, como Co-Synch + CIDR de 5 días (Bridges *et al.*, 208; Rabaglino *et al.*, 2010) y, en investigaciones pósteriores, como el protocolo de IA programada de 5 días (Lima *et al.*, 2011, 2012), como se muestra en la (Figura 1). Esta modificación del programa Co-Synch se basaba en la hipótesis de que reduciendo el intervalo entre el tratamiento inicial con GnRH y la PGF y alargando el intervalo hasta la segunda inyección de GnRH (periodo proestro), aumentaría la secreción de estradiol por parte del folículo preovulatorio y mejoraría la fertilidad. En vacas de carne, este enfoque dio como resultado una mayor P/TAI en comparación con el Co-Synch + CIDR de 7 días con la segunda GnRH y la IA programada simultáneamente a las 60 horas (80 frente 66,7%, respectivamente). Debido al intervalo acortado entre la GnRH inicial y la PGF en el protocolo Co-Synch + CIDR de 5 días, no se sabe si el retroceso de un CL accesorio inducido se da con una inyección de $PGF_{2\alpha}$. Por tanto, se aplica una segunda inyección de PGF aproximadamente 12 horas después de la primera inyección de $PGF_{2\alpha}$, lo que implica un mayor manejo del animal y costes adicionales. Sin embargo, en vacas de carne, el uso de una sola inyección de PGF en el protocolo Co-Synch + CIDR de 5 días daba lugar a una reducción del 17% en la P/TAI en comparación con el uso de dos inyecciones de $PGF_{2\alpha}$ (Kasimanickam *et al.*, 2009).

Una encuesta llevada a cabo en el 2007 indicaba que menos del 4% de las explotaciones lecheras utilizaba programas de IA programada para la cría de novillas lecheras (NAHMS, 2009). La escasa utilización se justificaba por el bajo número de gestaciones por IA (30-40%) obtenido con el protocolo Ovsynch en comparación con la IA en el momento de detección del celo (50-60%). Otra razón era la percepción por parte de los productores de que el manejo reproductivo de las novillas lecheras no era algo de lo que preocuparse.

Se ha publicado una serie de estudios de la Universidad de Florida que evalúa la eficacia y la economía del protocolo de IA programada de 5 días en las novillas lecheras (Rabaglino *et al.*, 2010; Lima *et al.*, 2011, 2012). El protocolo consistía de una primera inyección de GnRH y la aplicación de un CIDR con 1,38 g de progesterona insertado en el día 0; 5 días después (día 5) se retiraba el CIDR y se administraban una o dos inyecciones (separadas por 24 horas) de PGF; 3 días después, en el día 8, se administraba una segunda inyección de GnRH a la par que la IA programada, como se muestra en la Figura 1. Este novedoso programa de IA programada para novillas lecheras dio como resultado un nivel de gestación adecuado tras TAI del 50-60%.

Teniendo en cuenta que la tasa de ovulación después de la administración de la GnRH es baja, Lima *et al.* (2001) plantearon la hipótesis de que la primera GnRH en el protocolo de IA programada de 5 días tendría poco efecto sobre la fertilidad de las novillas lecheras. Por tanto, los autores evaluaron el efecto de la primera inyección de GnRH sobre las respuestas ováricas y gestaciones por IA. Se sincronizaron 605 novillas holstein para su segunda inseminación y se asignaron aleatoriamente para recibir la inyección inicial de GnRH en el día 0 del protocolo de IA programada de 5 días del estudio (n = 298) o para permanecer como grupo control, sin inyección inicial de GnRH (n = 307). Todas las novillas recibieron un dispositivo liberador de progesterona (CIDR) el día 0, una única inyección de PGF y la retirada del CIDR el día 5, y la GnRH a la vez que la IA programada el día 8. La ovulación en el día 0 del estudio fue mayor para las tratadas inicialmente con GnRH que para las de control (35,4 frente a 10,6%). La presencia de un nuevo cuerpo lúteo (CL) en el momento de la inyección de PGF fue mayor para las tratadas inicialmente con GnRH que para las de control (43,1 frente a 20,8%), aunque la proporción de novillas con un CL en el momento de la PGF no varió entre los tratamientos y fue de 87,1% de media. La gestación por IA en los días 32 ó 60 no se vio afectada por el tratamiento (GnRH inicial = 52,1 y 49,8%; control = 54,1 y 50,0%), y la pérdida de gestación fue del6% de media desde el día 32 hasta el 60.

Teniendo en cuenta la baja tasa de ovulación (35,4%) con la inyección inicial de GnRH en el estudio de Lima *et al* (2011), Lima *et al.* (2012) evaluaron una dosis frente a dos dosis de PGF en el protocolo de Co-Synch + CIDR de 5 días. Los autores reportaron que la administración de dos dosis de PGF en los días 5 y 6 del protocolo de IA programada de 5 días daba como resultado una tasa de gestación/IA del 60%. El beneficio de las dos dosis de PGF se atribuyó a la optimización de la regresión del CL a pesar de las bajas tasas de ovulación en el inicio del protocolo con GnRH. Los autores llegaron a la conclusión de que el beneficio de la GnRH inicial en el protocolo de IA programada de 5 días para optimizar la fertilidad de las novillas lecheras requiere dos dosis de PGF dadas con 2 días de diferencia, como se muestra en la figura 1.

El uso de los protocolos de IA programada convencionales, como el Ovsynch y el Co-Synch, ha resultado en tasas de gestación bajas en las novillas. Lima y Santos (2014) revisaron las gestaciones tras IA de novillas inseminadas con protocolos Ovsynch y Co-Synch convencionales de siete estudios en 823 novillas; y de siete estudios con 6.177 novillas inseminadas artificialmente por el protocolo de IA programada de 5 días. Los resultados muestran que la tasa de gestación/IA fue del 56,3% para el protocolo de IA programada de 5 días frente al 38,6% en los protocolos de IA programada convencionales. Además, las gestaciones por IA obtenidas por la TIA de 5 días son compatibles con los resultados obtenidos para la IA tras celo visto en novillas lecheras.

Rentabilidad de los programas de IA a tiempo fijo en novillas lecheras

Una encuesta reciente realizada en rebaños lecheros grandes en los estados occidentales de Estados Unidos ha revelado que la mayor parte de las granjas de leche tienen tasas de gestación en novillas inferiores al 30% (Lima y Santos 2014). Esto significa que cada 3 semanas, menos del 30% de las novillas disponibles quedan gestantes en la granja. Esto es crítico en las granjas donde las tasas de inseminación son bajas.

Las simulaciones llevadas a cabo por Ribeiro *et al* (2011) han sugerido que la IA programada sería rentable para el manejo de las novillas primíparas cuando la detección de celos en la granja de leche es menor al 70%, que parece ser el caso de muchas granjas. A pesar de los costes asociados a los tratamientos y el trabajo, la implementación de estos programas puede dar lugar a una reducción de entre 10 y 20$ del coste por gestación en las novillas. La mayoría de los cambios en los costes por gestación vienen de los costes de alimentación asociados a las novillas que se quedan preñadas más tarde en el periodo de cría.

Uso de la monta natural (toros) para cubrir las novillas

El uso de toros o de programas de cría por monta natural es una opción que algunos productores de leche utilizan para evitar la necesidad de detectar el celo y mejorar la tasa de gestación (TG). El autor no conoce la existencia de ningún estudio que evalúe la eficiencia reproductiva en las novillas cubiertas por IA o por monta natural. Sin embargo, hay numerosos estudios que indican que el uso de la monta natural en las vacas en lactación no es económico.

Un estudio desarrollado en la región sureste de Estados Unidos que comparaba la monta natural con la IA tras la detección del celo demostró que el rendimiento reproductivo no era diferente en los rebaños de monta natural (DeVries *et al.*, 2005). Por el contrario, Overton y Sicho (2005), utilizando datos de 10 rebaños lecheros grandes de California que usaban una combinación de IA y monta natural, reportaron que las vacas tenían una mayor probabilidad de quedarse preñadas si eran cubiertas por IA. Además, una comparación directa entre la IA programada y la monta natural (MN), dos sistemas de cubrición sin detección de celos, mostró rendimientos reproductivos similares (Lima *et al.*, 2009). Sin embargo, la monta natural era más cara (entre 10,00$ y 60,00$/vaca/año) que la IA programada en cuanto al coste de alimentar a los toros, el precio de la leche, el mérito genético y la consideración de reemplazar o no a los toros en el corral de lactación por vacas (Lima *et al.*, 2010). Adicionalmente, el uso de la monta natural puede suponer un riesgo por la transmisión de enfermedades venéreas, traumatismos durante la monta, incapacidad de seleccionar para una menor tasa de distocias, el deterioro de la mejora genética y, lo más importante, puede ser peligroso para el personal de la granja de leche.

Resumen

Con una fertilidad adecuada, la principal ventaja de implementar el protocolo de IA programada de 5 días para novillas lecheras es mejorar la tasa de gestación, aumentando el número de animales en IA en rebaños lecheros con una intensidad y una precisión de detección de celo pobres. La ventaja de este protocolo de IA programada es que maximiza el número de animales preñados en un tiempo menor, después de ser aptas para la cría, lo que da lugar a una menor edad en el momento de la gestación y del parto, que reduce los costes de la alimentación de las novillas lecheras. No obstante, los productores deben comprender que estos programas requieren cumplimiento y una buena conservación de registros, y tienen costes de trabajo adicionales asociados a la administración de las hormonas.

Referencias

Bridges GA, Helser LA, Grum DE, Mussard ML and Day ML. 2008. Decreasing the interval between GnRH and PGF2α from 7 to 5 d and lengthening proestrus increases timed-AI pregnancy rates in beef cows. Theriogenology, 69:843–851.

Caraviello DZ, Wiegel KA, Fricke PM, Wiltbank MC, Florent MJ, Cook NB. 2006. Survey of management practices on reproductive performance of dairy cattle on large US commercial farms. J of Dairy Sci., 89:4723–4735.

De Vries A, Steenholdt C, Risco C: 2005. Pregnancy rates and milk production in natural service andartificially inseminated dairy herds in Florida and Georgia. J. Dairy Sci., 88:948-956

Erven, B.L., Arbaugh, D. (1987). Artificial insemination on U.S. dairy farms. Report of a study conducted in cooperation with the National Association of Animal Breeders, NAAB, Columbia, MO.

Ginther, O. J., Wiltbank, M. C., Fricke, P. M., Gibbons, J. R., Kot, K. (1996) Selection of the dominant follicle in cattle. Biology of Reproduction, 55:1871-1194.

Head, H. H. (1992) Heifers performance standards: rearing systems, growth rates and lactation. In: Large Dairy Herd Health Management. pp 422-433. C. J. Wilcox and H. H. VanHorn, ed. University of Florida Press, Gainesville, FL.

Kasimanickam, R., Day, M. L., Rudolph, J. S., Hall, J. B., Whittier, W. D. (2009). Two doses of prostaglandin improve pregnancy rates to timed-AI in a 5-d progesterone-based synchronization protocol in beef cows. Theriogenology, 71:762–767.

Lima F, Risco C, Thatcher M, Benzaquen M, Archbald L, Santos J, Thatcher WW. 2009. Comparison of reproductive performance in lactating dairy cows bred by natural service or timed artificial insemination. J. Dairy Sci,2009; 92:5456.

Lima FS and Santos JEP. 2014. The Cattle Site – Cattle Health, Welfare and Diseases News. www.thecattlesite.com

Lima F, De Vries A, Risco C, Santos J,Thatcher WW. 2010. Economic comparison of naturalservice and timed artificial insemination breeding programs in dairy cattle. J. Dairy Sci, 93:4404-4413

Lima FS, Ayres H, Favoreto MG, Bisinotto RS, Greco LF, Ribeiro ES, Baruselli PS, Risco CA, Thatcher WW, Santos JEP. 2011. Effects of the GnRH at initiation of the 5-d timed AI program and timing of induction of ovulation relative to AI on ovarian dynamics and fertility of dairy heifers. J. Dairy Sci, 94:4997-5004.

Lima FS, Bisinotto RS, Ribeiro ES, Ayres H, Greco LF, Galvão KN, Risco CA, Thatcher WW, Santos JE. 2012. Effects of one or two treatments with prostaglandin F2α on subclinical endometritis and fertility in lactating dairy cows inseminated by timed AI J. Dairy Sci. 96:6480-6488.

Moreira F, de la Sota, RL, Diaz T, Thatcher WW. 2000. Effect

of day of the estrous cycle at the initiation of a timed artificial insemination protocol on reproductive responses in dairy heifers. Journal of Animal Science, 78:1568-1576.

Moreira F. 2009. Economics of reproductive interventions. In: Attending the Dairy Wellness Summit Makes a Difference. Proceedings Pfizer Animal Health conference. Dallas, TX.

National Animal Health Monitoring System (NAHMS). 2009. Dairy 2007. Part IV: Reference of Dairy Cattle Health and Management Practices in the United States, 2007. #N494.0209. Fort Collins, CO: Centers for Epidemiology and Animal Health/USDA/APHIS/VS

Olynk N.J and Wolf CA. 2008. Economic analysis of reproductive management strategies on US commercial dairy farms. J. Dairy Sci, 91:4082–4091.

Overton MW and Sischo WM. 2005. Comparison of reproductive performance by artificial insemination versus natural service sires in California dairies. Theriogenology, 64:603-613.

Pursley JR, Mee MO and Wiltbank MC. (1995) Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2α and GnRH. Theriogenology, 44:915-923.

Rabaglino MB, Risco CA, Thatcher M-J, Kim IH, Santos JEP and Thatcher WW. 2010. Application of one injection of prostaglandin F2α in the five-day Co-Synch + CIDR protocol for estrous synchronization and resynchronization of dairy heifers. Journal of Dairy Science, 93: 1050-1058

Ribeiro E, Galvão K, Thatcher W and Santos JEP: Economic aspects of applying reproductive thechnologies to dairy herds. Animal Reproduction 2012; 9: 70-387

Rivera, H., Lopez, H., Fricke, P. M. (2004) Fertility of holstein dairy heifers after synchronization of ovulation and timed AI or AI after removed tail chalk. Journal of Dairy Science, 87:2051–2061.

Rivera H, Lopez H and Fricke PM. 2005. Use of intravaginal progesterone-releasing inserts in a synchronization protocol before timed AI and for synchronizing return to estrus in holstein heifers. J. Dairy Sci, 88:957-968.

Sartori R, Haughian JM, Shaver RD, Rosav GJ and Wiltbank MC. 2004. Comparison of ovarian function and circulating steroids in estrous cycles of holstein heifers and lactating cows. J. of Dairy Sci, 87:905–920.

Savio D, Keenan L, Boland M P, Roche JF. 1988. Pattern of growth of dominant follicles during the estrous cycle of heifers. Journal of Reproduction and Fertility, 83:663–71.

Schmitt, E. J., Diaz, P. T., Drost, M., Thatcher, W.W. (1996) Use of a gonadotropin-releasing hormone agonist or human chorionic gonadotropin for timed insemination in cattle. Journal of Animal Science, 74:1084-1091.

Stevenson JL, Rodrigues JA, Braga FA, Bitente S, Dalton JC, Santos JEP, Chebel RC. 2008. Effect of breeding protocols and reproductive tract score on reproductive performance of dairy heifers and economic outcome of breeding programs. J. of Dairy Sci, 91:3424-3438.

Xu Z, Garverick HA, Smith GW, Smith MF, Hamilton SA and Youngquist RS. 1995. Expression of follicle-stimulating hormone and luteinizing hormone receptor messengerribonucleic acids in bovine follicles during the first follicular wave. Biology of Reproduction, 53:951-957.

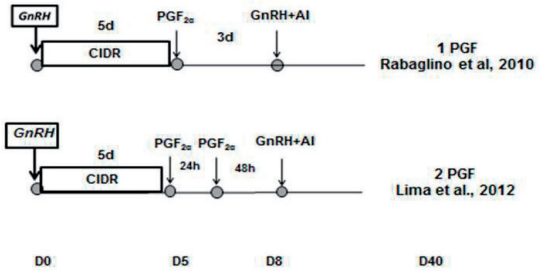


Figura 1. Protocolo de IA a tiempo fijo de 5 días

RELEVANCE OF PROGESTERONE FOR THE ESTABLISHMENT OF PREGNANCY AND ITS EXOGENOUS MANIPULATION

Dr. P. Lonergan and Dr. Alexander C.O. Evans
School of Agriculture and Food Science, University College Dublin, Ireland
alex.evans@ucd.ie

Summary

The establishment of pregnancy is occurs as a result of the interaction between a competent embryo and a receptive uterine environment. Progesterone (P4) plays a key role in reproductive events associated with establishment and maintenance of pregnancy through its action on the uterine endometrium. In cattle, elevated P4 concentrations in the days following fertilization have been associated with an advancement of embryo elongation, an increase in interferon-tau production and higher pregnancy rates, compared to animals this lower P4 concentrations. The potential beneficial effects of exogenous P4 supplementation on fertility have been acknowledged for a long time but results of supplementation have been inconsistent and may be related to the strategy used to achieve high P4 as well as endogenous concentrations in the animal. This review summarizes recent data highlighting the role of progesterone in regulating uterine function and embryo development in cattle.

Introduction

Progesterone (P4) is a steroid hormone primarily secreted by the corpus luteum (CL) and the placenta. Progesterone secretion by the CL is critical for the establishment and maintenance of pregnancy in mammals and plays a major role in regulating endometrial secretion, essential for stimulating and mediating changes in conceptus growth and differentiation throughout early pregnancy. Circulating concentrations of P4 represent a balance between production of P4 by the CL and the metabolism of P4, primarily by the liver. Production of P4 is regulated by development of the CL after the LH surge, the number of granulosa cells that luteinize into large luteal cells and constitutive production of P4 by these cells. Metabolism of P4 is primarily related to the rate of blood flow to the liver. Thus, practical regulation of circulating P4 will be most productive by focussing on increasing luteal tissue volume to increase P4 production and/or limiting P4 metabolism (Wiltbank *et al.*, 2014).

Conceptus growth and development require the action of P4 on the uterus to regulate endometrial function, including conceptus–maternal interactions, pregnancy recognition, and uterine receptivity to implantation. A considerable proportion of embryo loss may be attributable to inadequate circulating P4 concentrations and the subsequent downstream consequences on endometrial gene expression and histotroph secretion into the uterine lumen. Indeed, low P4 concentrations have been implicated as a causative factor in the low pregnancy rates observed in high-yielding dairy cows (Diskin and Morris, 2008). Elevated concentrations of circulating P4 in the immediate post-conception period have been associated with an advancement of conceptus elongation (Garrett *et al.*, 1988; Satterfield *et al.*, 2006; Carter *et al.*, 2008), an increase in interferon-tau production (Mann and Lamming, 2001) and higher pregnancy rates in cattle and sheep (Ashworth *et al.*, 1989; Stronge *et al.*, 2005; McNeill *et al.*, 2006). This review summarizes recent data highlighting the role of progesterone in regulating uterine function and embryo development in cattle. The reader is also referred to other recent reviews of the topic (Inskeep, 2004; Spencer *et al.*, 2007; Lonergan, 2011; Wiltbank *et al.*, 2011; 2014; Forde and Lonergan, 2012).

Interdependency of the embryo and reproductive tract

Up to the blastocyst stage, the embryo is somewhat autonomous (i.e., does not need contact with the maternal reproductive tract) as evidenced by the fact that blastocysts can be successfully developed in vitro in large numbers using IVF technology and transferred to synchronized recipients. Furthermore, based on the same evidence and the fact that embryos recovered from superovulated donors are typically transferred to non-pregnant synchronised recipients, the reproductive tract does not need exposure to the embryo prior to Day 7 (and even up to Day 16) (Betteridge *et al.*, 1980) in order for a pregnancy to be established. In contrast, the post-hatching and pre-implantation conceptus is dependent on substances in the uterine lumen, termed histotroph, that are derived from the endometrium, particularly the uterine glands, for growth and development. This is demonstrated by the fact that: (i) post-hatching elongation does not occur in vitro (Brandao *et al.*, 2004; Alexopoulos *et al.*, 2005); and (ii) the absence of uterine glands in vivo results in a failure of blastocysts to elongate (Gray *et al.*, 2002; Spencer and Gray, 2006).

On the maternal side, preparation of the uterine luminal epithelium for attachment of trophectoderm and implantation in all studied mammals, including ruminants, involves carefully orchestrated spatio-temporal alterations in gene expression within the endometrium. In both cyclic and pregnant animals, similar changes occur in endometrial gene expression up to initiation of conceptus elongation (approximately Day 13), suggesting that the default mechanism in the uterus is to prepare for, and expect, pregnancy (Forde *et al.*, 2011b). Indeed, as mentioned above, it is possible to transfer an embryo to a synchronous uterus seven days after estrus and establish a pregnancy, as is routine in commercial bovine embryo transfer. It is only in association with maternal recognition of pregnancy, which occurs on approximately Day 16 in cattle, that significant changes in the transcriptomic profile are detectable between cyclic and pregnant endometria (Forde *et al.*, 2011b; Bauersachs *et al.*, 2012), when the endometrium responds to increasing interferon-tau (IFNT) secreted by the filamentous conceptus.

Effect of progesterone on the endometrium and consequences for the embryo

In recent years we and others have made significant progress in clarifying the role the maternal environment, in particular the role of diestrus progesterone, in the successful establishment of pregnancy in cattle. We have demonstrated that:

1. Significant changes occur in the endometrial transcriptome during both the oestrous cycle and early pregnancy in cattle (Forde *et al.*, 2009; Forde *et al.*, 2011a; Forde *et al.*, 2011b). As mentioned above, these temporal changes occur irrespective of pregnancy status until the time of maternal recognition of pregnancy when conceptus-induced changes in endometrial gene expression are detectable (Forde *et al.*, 2011b; Bauersachs *et al.*, 2012).
2. Elevated P4 concentrations results in advancement in the normal temporal changes that occur in the endometrial transcriptome (Forde *et al.*, 2009) and in the timing of P4 receptor down regulation in the luminal epithelium (Okumu *et al.*, 2010), the consequence of which is advancement in conceptus elongation (Carter *et al.*, 2008) that is associated with greater embryonic survival.
3. Using a combination of *in vitro* embryo production and *in vivo* embryo transfer techniques, we have shown that the effect of P4 on conceptus development is mediated exclusively via the endometrium (Clemente *et al.*, 2009). Addition of P4 to culture medium had no effect on blastocyst formation (Clemente *et al.*, 2009; Larson *et al.*, 2011) or elongation after transfer to synchronised recipients (Clemente *et al.*, 2009). Most convincingly, the embryo does not need to be present in the uterus during the period of P4 elevation in order to benefit from it, strongly suggesting that the effect of P4 is via the endometrium and altered histotroph composition (Clemente *et al.*, 2009).
4. Reducing circulating concentrations of P4 results in an alteration in endometrial transcriptome and retarded embryonic development (Forde *et al.*, 2011a; Forde *et al.*, 2012).
5. Follicle aspiration just prior to ovulation results in a reduction in CL size and P4 output, decreased expression of *LHCGR* in luteal tissue and a compromised uterine capacity to support conceptus elongation after transfer of in vitro produced blastocysts (O'Hara *et al.*, 2012).
6. Short-term supplemental P4 by insertion of a PRID between Day 3 to Day 5 may be capable of 'rescuing' poor quality embryos (blastocysts with a low cell number at the time of transfer). (O'Hara *et al.*, 2014a).
7. The effect of supplemental exogenous P4 is somewhat paradoxical when given in the early metestrus period; despite a positive effect on conceptus development it can reduce the lifespan of the endogenous CL (O'Hara *et al.*, 2014b). This may be overcome by simulataneous administration of a luteotrophic agen such as hCG or eCG to provide luteotrophic support (O'Hara *et al.*, 2014c).

Collectively, these results highlight the importance of an optimal uterine environment to support successful development of the conceptus. However, the role of the developing conceptus itself in eliciting appropriate temporal and spatial changes in the endometrial functions should not be underestimated. For example, two recent key papers provide strong evidence that the endometrium of the cow reacts differently depending on the type of embryo present (Bauersachs *et al.*, 2009; Mansouri-Attia *et al.*, 2009). In other words, embryos of different quality (i.e., with divergent developmental fates) signal differently to the endometrium and in turn elicit a different response in terms of the endometrial transcriptome. In this way, the endometrium can be considered as a biological sensor that is able to fine-tune its physiology in response to the presence of embryos whose development will become altered much later after the implantation process (Mansouri-Attia *et al.*, 2009).

Strategies for manipulating progesterone concentrations to improve fertility

The potential beneficial effects of exogenous P4 supplementation on fertility have been acknowledged for a long time (see reviews by (Inskeep, 2004; Lonergan, 2011; Wiltbank *et al.*, 2011). Despite positive effects of administration of exogenous P4 using intravaginal P4 devices on conceptus development (Carter *et al.*, 2008; Clemente *et al.*, 2009) recent studies suggest that this may not translate into improved pregnancy rates (Beltman *et al.*, 2009), possibly due to its potentially negative effects on CL lifespan (O'Hara *et al.*, 2012). There is evidence in the literature to suggest that administration of P4 early in the cycle may compromise CL function, ultimately leading to luteolysis and embryo loss (Ginther, 1970; Garrett *et al.*, 1988; Burke *et al.*, 1994). More work in this area is required.

The potential beneficial effects of exogenous P4 supplementation on fertility have been acknowledged for a long time (see reviews by (Inskeep, 2004, Lonergan, 2011, Wiltbank *et al.*, 2014). Several approaches can be taken to increase peripheral concentrations of P4 after AI, including those that: (i) increase endogenous function of the existing CL (e.g., strategies which promote growth of the dominant follicle before ovulation resulting in a larger CL, or luteotrophic treatments which stimulate CL development e.g., hCG); (ii) induce ovulation of a dominant follicle and formation of accessory CL formation (e.g., hCG or GnRH administration); or (iii) those which supplement progesterone directly (e.g., via injection or intravaginal devices). However, data on outcome in terms of pregnancy rate are often conflicting or inconclusive, and may reflect: (i) the timing of treatment; (ii) that only a proportion of animals with inherently low P4 may benefit from such treatment; (iii) that P4 supplementation may be less effective in high-producing dairy cows due to liver metabolism (Wiltbank *et al.*, 2014), or (iv) the lack of sufficient animal numbers and statistical power in many studies.

Dominant follicle size is associated with subsequent CL size (Vasconcelos *et al.*, 2001). Larger CLs secrete more P4 and this has, in some studies, been associated with improved pregnancy rates. Therefore strategies which promote growth of the dominant follicle before ovulation and/or stimulate CL development are likely to increase pregnancy rate (Baruselli *et al.*, 2010). Equine chorionic hormone (eCG) incorporated into synchronisation protocols has been reported to improve pregnancy rates following fixed time AI/ET, although results in lactating dairy cows have been less promising than heifers or beef cows (Bo *et al.*, 2011).

Human chorionic gonadotrophin (hCG) administration to ovulate a dominant follicle and form an accessory CL has been widely used in an attempt to improve pregnancy rates, albeit with variable results (summarised by (Lonergan, 2011)). In a recent large study Nascimento *et al.* (2013) reported the results of 2 separate analyses that evaluated the effect of hCG treatment post-AI on fertility in lactating dairy cows. The first study used meta-analysis to combine the results from 10 different published studies that used hCG treatment on Days 4 to 9 post-AI in lactating dairy cows. Overall, hCG administration increased pregnancies per artificial insemination (P/AI) by 3 percentage points [34% (752/2,213) vs. 37% (808/2,184)]. In a subsequent field trial, lactating Holstein cows (n = 2,979) from 6 commercial dairy herds received hCG or not on Day 5 after a timed AI Pregnancies per AI were greater in cows treated with hCG (40.8%; 596/1,460) than control (37.3%;

566/1,519) cows. Surprisingly, the positive effect of hCG was restricted to first-lactation cows.

Although the use of exogenous P4 administration to improve synchrony of embryo transfer and/or advance conceptus elongation as described above is encouraging, caution is warranted. Paradoxically, depending on the timing of administration, exogenous P4 can have a negative effect on CL lifespan resulting in short inter-oestrous periods due to premature CL regression (Burke *et al.*, 1994, Garrett *et al.*, 1988, Ginther, 1970) while at the same time advancing conceptus development due to the changes induced in the endometrium (O'Hara *et al.*, 2014a). This situation is clearly not compatible with successful maintenance of pregnancy. We have recently shown that a single i.m. injection of hCG as early as Day 2 or Day 3 after oestrus resulted in a larger CL and increased circulating concentrations of progesterone compared to controls (Maillo *et al.*, 2012). It is possible that a combination of exogenous progesterone, to induce the required stimulation of the endometrium and conceptus, and luteotrophic support, such as that provided by hCG, to avoid early CL regression, would provide a means of optimizing maternal recognition of pregnancy. Indeed, administration of hCG at the time of progesterone injections on Days 1 to 4 overcame the negative effect on CL lifespan (Ginther, 1970). In support of this notion, in a recent study (O'Hara *et al.*, 2014b), administration of eCG, a glycoprotein secreted by the endometrial cups of pregnant mares with a relatively long half-life of about 2-3 days and with both LH- and FSH-like properties in cattle, to beef heifers on Day 3 post oestrus in association with an intravaginal P4 insert reduced the number of short cycles and increased mean luteal tissue weight and circulating P4. However, the numbers of heifers involved was small and this area requires further study.

Conclusion

Progesterone is critical for the establishment and maintenance of pregnancy. It has a crucial role in creating an optimal uterine environment in which the embryo can develop, through its actions on the uterine endometrium, and in turn, the composition of the uterine lumen fluid. Strategies aimed at elevating P4 concentrations in the early luteal phase have led to variable results in terms of improving pregnancy rates; these variable results may be due to the type of animal treated (heifer, lactating dairy cow, beef cow), the endogenous P4 concentrations in such animals and the mode of achieving elevated concentrations.

Acknowledgements

The authors are grateful to Science Foundation Ireland and Ceva Sante Animale for support.

References

Alexopoulos NI, Vajta G, Maddox-Hyttel P, French AJ, Trounson AO. 2005. Stereomicroscopic and histological examination of bovine embryos following extended in vitro culture. *Reprod Fertil Dev*, 17:799-808.

Ashworth CJ, Sales DI, Wilmut I. 1989. Evidence of an association between the survival of embryos and the periovulatory plasma progesterone concentration in the ewe. *J Reprod Fertil*, 87:23-32.

Baruselli PS, Ferreira RM, Filho MF, Nasser LF, Rodrigues CA, Bo GA. 2010. Bovine embryo transfer recipient synchronisation and management in tropical environments. *Reprod Fertil Dev*, 22:67-74.

Bauersachs S, Ulbrich SE, Reichenbach HD, Reichenbach M, Buttner M, Meyer HH, Spencer TE, Minten M, Sax G, Winter G, Wolf E. 2012. Comparison of the effects of early pregnancy with human interferon, alpha 2 (IFNA2), on gene expression in bovine endometrium. *Biol Reprod*, 86:46.

Bauersachs S, Ulbrich SE, Zakhartchenko V, Minten M, Reichenbach M, Reichenbach HD, Blum H, Spencer TE, Wolf E. 2009. The endometrium responds differently to cloned versus fertilized embryos. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 106:5681-5686.

Beltman ME, Lonergan P, Diskin MG, Roche JF, Crowe MA. 2009. Effect of progesterone supplementation in the first week post conception on embryo survival in beef heifers. *Theriogenology*, 71:1173-1179.

Betteridge KJ, Eaglesome MD, Randall GC, Mitchell D. 1980. Collection, description and transfer of embryos from cattle 10–16 days after oestrus. *J Reprod Fertil*, 59:205-216.

Bo GA, Peres LC, Cutaia LE, Pincinato D, Baruselli PS, Mapletoft RJ. 2011. Treatments for the synchronisation of bovine recipients for fixed-time embryo transfer and improvement of pregnancy rates. *Reprod Fertil Dev*, 24:272-277.

Brandao DO, Maddox-Hyttel P, Lovendahl P, Rumpf R, Stringfellow D, Callesen H. 2004. Post hatching development: a novel system for extended in vitro culture of bovine embryos. *Biol Reprod*, 71:2048-2055.

Burke CR, Mihm M, Macmillan KL & Roche JF 1994 Some effects of prematurely elevated concentrations of progesterone on luteal and follicular characteristics during the oestrous cycle in heifers. *Animal Reproduction Science* 35 27-39.

Carter F, Forde N, Duffy P, Wade M, Fair T, Crowe MA, Evans AC, Kenny DA, Roche JF, Lonergan P. 2008. Effect of increasing progesterone concentration from Day 3 of pregnancy on subsequent embryo survival and development in beef heifers. *Reprod Fertil Dev*, 20:368-375.

Clemente M, De La Fuente J, Fair T, Al Naib A, Gutierrez-Adan A, Roche JF, Rizos D, Lonergan P. 2009. Progesterone and conceptus elongation in cattle: a direct effect on the embryo or an indirect effect via the endometrium? *Reproduction*, 138:507-517.

Diskin MG, Morris DG. 2008. Embryonic and early foetal losses in cattle and other ruminants. *Reprod Domest Anim*, 43 Suppl 2:260-267.

Forde N, Beltman ME, Duffy GB, Duffy P, Mehta JP, O'Gaora P, Roche JF, Lonergan P, Crowe MA. 2011a. Changes in the endometrial transcriptome during the bovine estrous cycle: effect of low circulating progesterone and consequences for conceptus elongation. *Biol Reprod*, 84:266-278.

Forde N, Carter F, Fair T, Crowe MA, Evans AC, Spencer TE, Bazer FW, Mcbride R, Boland MP, O'Gaora P, Lonergan P, Roche JF. 2009. Progesterone-regulated changes in endometrial gene expression contribute to advanced conceptus development in cattle. *Biol Reprod*, 81:784-794.

Forde N, Carter F, Spencer TE, Bazer FW, Sandra O, Mansouri-Attia N, Okumu LA, Mcgettigan PA, Mehta JP, Mcbride R, O'Gaora P, Roche JF, Lonergan P. 2011b. Conceptus-induced changes in the endometrial transcriptome: how soon does the cow know she is pregnant? *Biol Reprod*, 85:144-156.

Forde N, Lonergan P. 2012. Transcriptomic analysis of the bovine endometrium: What is required to establish uterine receptivity to implantation in cattle? *J Reprod Dev*, 58:189-195.

Forde N, Mehta JP, Minten M, Crowe MA, Roche JF, Spencer TE, Lonergan P. 2012. Effects of low progesterone on the endometrial transcriptome in cattle. *Biol Reprod*, 87:124.

Garrett JE, Geisert RD, Zavy MT, Morgan GL. 1988. Evidence for maternal regulation of early conceptus growth and development in beef cattle. *J Reprod Fertil*, 84:437-446.

Ginther OJ 1970 Effect of progesterone on length of estrous cycle in cattle. *American Journal of Veterinary Research* 31 493-496.

Gray CA, Burghardt RC, Johnson GA, Bazer FW, Spencer TE. 2002.

Evidence that absence of endometrial gland secretions in uterine gland knockout ewes compromises conceptus survival and elongation. *Reproduction*, 124:289-300.

Inskeep EK. 2004. Preovulatory, postovulatory, and postmaternal recognition effects of concentrations of progesterone on embryonic survival in the cow. *J Anim Sci*, 82 E-Suppl:E24-39.

Larson JE, Krisher RL, Lamb GC. 2011. Effects of supplemental progesterone on the development, metabolism and blastocyst cell number of bovine embryos produced in vitro. *Reprod Fertil Dev*, 23:311-318.

Lonergan P. 2011. Influence of progesterone on oocyte quality and embryo development in cows. *Theriogenology*, 76:1594-1601.

Maillo V, Rizos D, Besenfelder U, Havlicek V, Kelly AK, Garrett M, Lonergan P. 2012. Influence of lactation on metabolic characteristics and embryo development in postpartum Holstein dairy cows. *J Dairy Sci*, 95:3865-3876.

Mann GE, Lamming GE. 2001. Relationship between maternal endocrine environment, early embryo development and inhibition of the luteolytic mechanism in cows. *Reproduction*, 121:175-180.

Mansouri-Attia N, Sandra O, Aubert J, Degrelle S, Everts RE, Giraud-Delville C, Heyman Y, Galio L, Hue I, Yang X, Tian XC, Lewin HA, Renard JP. 2009. Endometrium as an early sensor of in vitro embryo manipulation technologies. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 106:5687-5692.

McNeill RE, Diskin MG, Sreenan JM, Morris DG. 2006. Associations between milk progesterone concentration on different days and with embryo survival during the early luteal phase in dairy cows. *Theriogenology*, 65:1435-1441.

Nascimento AB, Bender RW, Souza AH, Ayres H, Araujo RR, Guenther JN, Sartori R, Wiltbank MC. 2013. Effect of treatment with human chorionic gonadotropin on day 5 after timed artificial insemination on fertility of lactating dairy cows. *J Dairy Sci*, 96:2873-2882.

O'Hara L, Scully S, Maillo-Sevilla V, Kelly AK, Duffy P, Carter F, Forde N, Rizos D, Lonergan P. 2012. Effect of follicular aspiration just prior to ovulation on corpus luteum characteristics, circulating progesterone concentrations and uterine receptivity in single-ovulating beef heifers. *Reproduction Fertility and Development*, 24:155-155.

O'Hara L, Forde N, Kelly AK, Lonergan P. 2014a. Effect of bovine blastocyst size at embryo transfer on day 7 on conceptus length on Day 14: Can supplementary progesterone rescue small embryos? *Theriogenology* 81(8): 1123–1128.

O'Hara L, Forde N, Carter F, Rizos D, Maillo V, Ealy AD, Kelly AK, Rodriguez P, Isaka N, Evans ACO, Lonergan P. 2014b. Paradoxical effect of supplementary progesterone between Day 3 and Day 7 on corpus luteum function and conceptus development in cattle. *Reproduction Fertility and Development* 26(2):328-36.

O'Hara L, Forde N, Duffy P, Randi F, Kelly AK, Valenza A, Rodriguez P, Lonergan P. 2014c. Effect of combined exogenous progesterone with luteotrophic support via equine chorionic gonadotrophin (eCG) on corpus luteum development, circulating progesterone concentrations and embryo development in cattle. *Reproduction Fertility and Development* (in press).

Okumu LA, Forde N, Fahey AG, Fitzpatrick E, Roche JF, Crowe MA, Lonergan P. 2010. The effect of elevated progesterone and pregnancy status on mRNA expression and localisation of progesterone and oestrogen receptors in the bovine uterus. *Reproduction*.

Satterfield MC, Bazer FW, Spencer TE. 2006. Progesterone regulation of preimplantation conceptus growth and galectin 15 (LGALS15) in the ovine uterus. *Biol Reprod*, 75:289-296.

Spencer TE, Gray CA. 2006. Sheep uterine gland knockout (UGKO) model. *Methods Mol Med*, 121:85-94.

Spencer TE, Johnson GA, Bazer FW, Burghardt RC, Palmarini M. 2007. Pregnancy recognition and conceptus implantation in domestic ruminants: roles of progesterone, interferons and endogenous retroviruses. *Reprod Fertil Dev*, 19:65-78.

Stronge AJ, Sreenan JM, Diskin MG, Mee JF, Kenny DA, Morris DG. 2005. Post-insemination milk progesterone concentration and embryo survival in dairy cows. *Theriogenology*, 64:1212-1224.

Vasconcelos JL, Sartori R, Oliveira HN, Guenther JG, Wiltbank MC. 2001. Reduction in size of the ovulatory follicle reduces subsequent luteal size and pregnancy rate. *Theriogenology*, 56:307-314.

Wiltbank MC, Souza AH, Carvalho PD, Bender RW, Nascimento AB. 2011. Improving fertility to timed artificial insemination by manipulation of circulating progesterone concentrations in lactating dairy cattle. *Reprod Fertil Dev*, 24:238-243.

Wiltbank MC, Souza AH, Carvalho PD, Cunha AP, Giordano JO, Fricke PM, Baez GM, Diskin MG. 2014. Physiological and practical effects of progesterone on reproduction in dairy cattle. *Animal* 4:1-12.

TRADUCCIÓN AL CASTELLANO ▼

Relevancia de la progesterona para el establecimiento de la gestación y su manipulación exógena

Dr. P. Lonergan y Dr. Alexander C.O. Evans

Facultad de Agricultura y Ciencias de los Alimentos, Universidad de Dublín, Belfield, Dublín, Irlanda

Resumen

El establecimiento de la gestación se produce como resultado de la interacción entre un embrión competente y un ambiente uterino receptivo. La progesterona (P4) juega un papel importante en los procesos reproductivos relacionados con el establecimiento y el mantenimiento de la gestación a través de su acción sobre el endometrio uterino. En las vacas, las concentraciones elevadas de P4 en los días siguientes a la fertilización se han relacionado con un adelantamiento de la elongación del embrión, un aumento en la producción de interferón-tau y unas tasas de gestación más altas, en comparación con los animales con concentraciones de P4 más bajas. Se han reconocido desde hace mucho tiempo los posibles efectos beneficiosos de los suplementos de P4 exógenos sobre la fertilidad; pero los resultados de la administración de suplementos no son consistentes y pueden estar relacionados con la estrategia utilizada para conseguir una P4 y unas concentraciones endógenas altas en el animal. Esta revisión resume los datos recientes, resaltando el papel de la progesterona en la regulación de la función uterina y el desarrollo del embrión en el ganado.

Introducción

La progesterona (P4) es una hormona esteroide secretada principalmente por el cuerpo lúteo (CL) y la placenta. La secreción de progesterona por el CL es fundamental para el establecimiento y el mantenimiento de la gestación en los mamíferos y juega un papel importante en la regulación de la secreción endometrial, esencial para estimular y mediar los cambios en el crecimiento

y la diferenciación del conceptus durante la gestación temprana. Las concentraciones circulantes de P4 representan un balance entre la producción de P4 por parte del CL y el metabolismo de la P4, principalmente por el hígado. La producción de P4 se regula por el desarrollo del CL después del pico de LH, el número de células de la granulosa que se luteinizan en grandes células luteales y la producción constitutiva de P4 por estas células. El metabolismo de la P4 está relacionado principalmente con el flujo de sangre hacia el hígado. De este modo, la regulación práctica de la P4 circulante será más productiva centrándose en aumentar el volumen del tejido luteal para incrementar la producción de P4 y/o limitar el metabolismo de la P4 (Wiltbank *et al.*, 2014).

El crecimiento y el desarrollo del *conceptus* necesitan la acción de la P4 sobre el útero para regular la función endometrial, incluyendo las interacciones conceptus-maternales, el reconocimiento de la gestación, y la receptividad del útero para la implantación. Una proporción considerable de pérdida de embriones se puede atribuir a concentraciones de P4 circulante inadecuadas y a las consecuencias derivadas pósteriores sobre la expresión genética endometrial y la secreción histotrófica en el lumen uterino. De hecho, las concentraciones bajas de P4 se han señalado como un factor causal en las bajas tasas de gestación observadas en vacas lecheras de alto rendimiento (Diskin y Morris, 2008). Las concentraciones altas de P4 circulante durante el periodo inmediatamente pósterior a la concepción se han relacionado con un adelantamiento de la elongación del conceptus (Garret *et al.*, 1988; Satterfield *et al.*, 2006; Carter *et al.*, 2008), un aumento de la producción de interferón-τ (Mann y Lamming, 2001) y unas tasas de gestación más altas en el ganado bovino y ovino (Ashworth *et al.*, 1989; Stronge *et al.*, 2005; McNeill *et al.*, 2006). Esta revisión resume los datos recientes, resaltando el papel de la progesterona en la regulación de la función uterina y el desarrollo del embrión en el ganado. También se remite al lector a otras revisiones recientes sobre el tema (Inskeep, 2004; Spencer *et al.*, 2007; Lonergan, 2011; Wiltbank *et al.*, 2011; 2014; Forde y Lonergan, 2012).

Interdependencia entre el embrión y el tracto reproductivo

Hasta la etapa de blastocito, el embrión es en cierto modo autónomo (es decir, no necesita estar en contacto con el tracto reproductivo de la madre), como demuestra el hecho de que los blastocitos se pueden desarrollar con éxito y en grandes cantidades *in vitro* utilizando la tecnología de fecundación *in vitro* (IVF, por sus siglas en inglés) y se pueden transferir a receptoras sincronizadas. Además, con base en la misma evidencia y en el hecho de que los embriones recogidos de las donantes superovuladas normalmente se transfieren a receptoras sincronizadas no preñadas, el tracto reproductivo no necesita exponerse al embrión antes del Día 7 (e, incluso, hasta el Día 16) (Betteridge *et al.*, 1980) para que se establezca la gestación. Por el contrario, el conceptus post-incubación y pre-implantación depende de las sustancias del lumen uterino, llamadas histotrofo, que provienen del endometrio, concretamente de las glándulas uterinas, para su crecimiento y desarrollo. Esto se demuestra por el hecho de que: (i) la elongación post-incubación no se produce *in vitro* (Brandao *et al.*, 2004; Alexopoulos *et al.*, 2005) y (ii) la ausencia de las glándulas uterinas *in vivo* da lugar al fallo en la elongación de los blastocitos (Gray *et al.*, 2002; Spencer and Gray, 2006).

En el lado de la madre, la preparación del epitelio luminal del útero para la fijación del trofoectodermo y la implantación en todos los mamíferos estudiados, incluidos los rumiantes, implica unas alteraciones espaciotemporales cuidadosamente orquestadas en la expresión de los genes en el endometrio. Tanto en los animales cíclicos como en los preñados, se producen cambios similares en la expresión genética endometrial hasta el inicio de la elongación del conceptus (alrededor del día 13), lo que sugiere que el mecanismo por defecto del útero es prepararse para, y esperar, la gestación (Forde *et al.*, 2011b). De hecho, como se ha mencionado previamente, es posible transferir un embrión a un útero sincronizado siete días después del celo y establecer la gestación, como es habitual en la transferencia comercial de embriones bovinos. Es sólo en relación con el reconocimiento materno de la gestación, que se produce aproximadamente el día 16 en el ganado bovino, que se detectan cambios significativos en el perfil transcriptómico entre los endometrios cíclicos y preñados (Forde *et al.*, 2011b; Bauersachs *et al.*, 2012), cuando el endometrio responde al aumento de interferón-tau (IFNT) secretado por el conceptus filamentoso.

Efecto de la progesterona sobre el endometrio y las consecuencias para el embrión

En los últimos años, nosotros, y otros grupos investigadores, hemos hecho avances importantes en la clarificación del papel del ambiente materno, concretamente el papel de la progesterona en el diestro, en el establecimiento exitoso de la gestación en el ganado. Hemos demostrado que:

1. Los cambios significativos se producen en el transcriptoma endometrial tanto durante el ciclo estral como durante el principio de la gestación en el ganado (Forde *et al.*, 2009; Forde *et al.*, 2011a; Forde *et al.*, 2011b). Como se ha mencionado anteriormente, estos cambios temporales se producen independientemente del estado de preñez hasta el momento del reconocimiento materno de la gestación cuando los cambios inducidos por el conceptus en la expresión genética endometrial son detectables (Forde *et al.*, 2011b; Bauersachs *et al.*, 2012).
2. Las concentraciones elevadas de P4 dan lugar al progreso de los cambios temporales normales que se producen en el transcriptoma endometrial (Forde *et al.*, 2009) y en el momento de baja regulación de los receptores de P4 en el epitelio luminal (Okumu *et al.*, 2010), cuya consecuencia es el adelantamiento de la elongación del conceptus (Carter *et al.*, 2008), que está relacionada con una mayor supervivencia embrionaria.
3. Utilizando una combinación de técnicas de producción de embriones *in vitro* y de transferencia de embriones *in vivo*, hemos demostrado que el efecto de la P4 sobre el desarrollo del conceptus está mediado exclusivamente por vía del endometrio (Clemente *et al.*, 2009). La adición de P4 al medio de cultivo no tuvo ningún efecto sobre la formación de blastocitos (Clemente *et al.*, 2009; Larson *et al.*, 2011) ni sobre la elongación después de la transferencia a receptoras sincronizadas (Clemente *et al.*, 2009). Lo más convincente es que el embrión no necesita estar presente en el útero durante el periodo de elevación de la P4 para beneficiarse de ella, lo que sugiere firmemente que el efecto de la P4 se da por vía del endometrio y de la composición alterada del histotrofo (Clemente *et al.*, 2009).
4. Las concentraciones circulantes reducidas de P4 dan lugar a una alteración en el transcriptoma endometrial y a un desarrollo embrionario retardado (Forde *et al.*, 2011a; Forde *et al.*, 2012).
5. La aspiración del folículo justo antes de la ovulación da lugar a una reducción en el tamaño del CL y la producción de P4, una disminución de la expresión de los LHCGR (receptor hormona luteinizante/coriogonadotropina) en el tejido luteal y una capacidad uterina comprometida para soportar la elongación

del conceptus tras la transferencia de blastocitos producidos *in vitro* (O'Hara *et al.*, 2012).

6. El suplemento de P4 de corta duración mediante la inserción de un PRID entre el día 3 y el día 5 puede ser capaz de "rescatar" embriones de mala calidad (blastocitos con un número reducido de células en el momento de la transferencia) (O'Hara *et al.*, 2014a).
7. El efecto de la P4 exógena suplementaria es, en cierto modo, paradójico cuando se administra en el periodo de metaestro temprano. A pesar del efecto positivo sobre el desarrollo del conceptus, puede reducir la vida útil del CL endógeno (O'Hara *et al.*, 2014b). Esto puede solucionarse con la administración simultánea de un agente luteotrófico, como la hCG o la eCG, para aportar un apoyo luteotrófico (O'Hara *et al.*, 2014c).

En conjunto, estos resultados destacan la importancia de un ambiente uterino óptimo para soportar el desarrollo exitoso del conceptus. Sin embargo, no debe subestimarse el papel del propio *conceptus* en desarrollo en la provocación de cambios temporales y espaciales apropiados en las funciones endometriales. Por ejemplo, dos trabajos clave recientes proporcionan una evidencia sólida de que el endometrio de la vaca reacciona de forma diferente dependiendo del tipo de embrión presente (Bauersachs *et al.*, 2009; Mansouri-Attia *et al.*, 2009). En otras palabras, los embriones de diferente calidad (es decir, con destinos de desarrollo divergentes) envían señales de manera distinta al endometrio y, a su vez, provocan una respuesta diferente en términos de transcriptoma endometrial. De esta manera, el endometrio se puede considerar como un sensor biológico capaz de ajustar su fisiología en respuesta a la presencia de embriones cuyo desarrollo se verá alterado mucho después del proceso de implantación (Mansouri-Attia *et al.*, 2009).

Estrategias para manipular las concentraciones de progesterona para mejorar la fertilidad

Los posibles efectos beneficiosos de los suplementos de P4 exógena sobre la fertilidad se han reconocido durante mucho tiempo (ver las revisiones de Inskeep, 2004; Lonergan, 2011; Wiltbank *et al.*, 2011). A pesar de los efectos positivos de la administración de P4 exógena a través de dispositivos liberadores de P4 intravaginales sobre el desarrollo del conceptus (Carter *et al.*, 2008; Clemente *et al.*, 2009), estudios recientes sugieren que esto puede no traducirse en tasas de gestación mejoradas (Beltman *et al.*, 2009), posiblemente por sus posibles efectos negativos sobre la vida útil del CL (O'Hara *et al.*, 2012). Existen evidencias en la literatura para sugerir que la administración de P4 pronto en el ciclo puede comprometer la función del CL, provocando en última instancia la luteólisis y la pérdida del embrión (Ginther, 1970; Garrett *et al.*, 1988; Burke *et al.*, 1994). Son necesarios más trabajos en este ámbito.

Los posibles efectos beneficiosos de los suplementos de P4 exógena sobre la fertilidad se han reconocido durante mucho tiempo (ver las revisiones de Inskeep, 2004; Lonergan, 2011; Wiltbank *et al.*, 2011). Se pueden tomar varios enfoques para aumentar las concentraciones periféricas de P4 tras la inseminación artificial (IA), incluyendo aquellos que: (i) aumentan la función endógena del CL existente (por ejemplo, las estrategias que promueven el crecimiento del folículo dominante antes de la ovulación dando como resultado un CL más grande, o los tratamientos luteotróficos que estimulan el desarrollo del CL, por ejemplo, la hCG); (ii) inducen la ovulación de un folículo dominante y la formación de un CL accesorio (por ejemplo, la administración de hCG o GnRH); o (iii) suplementan progesterona directamente (por ejemplo, por inyección o dispositivos intravaginales). No obstante, los datos resultantes, en términos de tasa de gestación, son a menudo contradictorios o inconclusos, y pueden reflejar: (i) el momento del tratamiento; (ii) que sólo una parte de los animales con P4 inherentemente baja se pueden beneficiar de tal tratamiento; (iii) que el suplemento de P4 puede ser menos efectivo en las vacas lecheras de alto rendimiento debido al metabolismo hepático (Wiltbank *et al.*, 2014); o (iv) la falta de un número suficiente de animales y poder estadístico en muchos estudios.

El tamaño del folículo dominante se asocia con el tamaño del CL pósterior (Vasconcelos *et al.*, 2001). Los CL más grandes secretan más P4 y esto se ha relacionado, en algunos estudios, con tasas de gestación mejoradas. Por tanto, las estrategias que promueven el crecimiento del folículo dominante antes de la ovulación y/o estimulan el desarrollo del CL probablemente aumenten la tasa de gestación (Baruselli *et al.*, 2010). Se ha reportado que la hormona coriónica equina (eCG), incorporada en los protocolos de sincronización, mejora las tasas de gestación después de la inseminación artificial/transferencia de embriones programada, aunque los resultados en las vacas lecheras en lactación han sido menos prometedores que en las novillas o vacas de carne (Bo *et al.*, 2011).

La administración de gonadotropina coriónica humana (hCG) para ovular un folículo dominante y formar un CL accesorio se ha utilizado ampliamente en un intento de mejorar las tasas de gestación, aunque con resultados variables (resumidos por Lonergan, 2011). En un gran estudio reciente, Nascimento *et al.* (2013) reportaron los resultados de dos análisis distintos que evaluaban el efecto del tratamiento con hCG tras la IA sobre la fertilidad en las vacas lecheras en lactación. El primer estudio utilizó un meta-análisis para combinar los resultados de 10 estudios diferentes publicados que usaron el tratamiento con hCG entre los Días 4 y 9 después de la IA en vacas lecheras lactantes. En general, la administración de hCG aumentó las gestaciones por inseminación artificial (G/IA) en un 3% [34% (752/2.213) frente al 37% (808/2.184)]. En un ensayo de campo pósterior, las vacas holstein en lactación (n = 2.979) de 6 rebaños lecheros comerciales recibieron, o no, hCG en el día 5 después de la IA programada. Las gestaciones por IA fueron mayores en las vacas tratadas con hCG (40,8%; 596/1.460) que en las vacas control (37,3%; 566/1.519). Curiosamente, el efecto positivo de la hCG se limitó a las vacas de primera lactación.

Aunque el uso de la administración de P4 exógena para mejorar la sincronización de la transferencia del embrión y/o el adelantamiento de la elongación del conceptus, como se ha descrito anteriormente, es alentador, es preciso tener precaución. Paradójicamente, dependiendo del momento de administración, la P4 exógena puede tener un efecto negativo sobre la vida útil del CL dando lugar a cortos periodos entre celos por la regresión prematura del CL (Burke *et al.*, 1994, Garrett *et al.*, 1988, Ginther, 1970) mientras que, al mismo tiempo, adelanta el desarrollo del conceptus, debido a los cambios inducidos en el endometrio (O'Hara *et al.*, 2014a). Esta situación, claramente, no es compatible con un mantenimiento exitoso de la gestación. Hemos demostrado recientemente que una única inyección i.m. de hCG en el Día 2 o 3 después del celo daba lugar a CL más grandes y mayores concentarciones circulantes de progesterona en comparación con los controles (Maillo *et al.*, 2012). Es posible que una combinación de progesterona exógena, para inducir la estimulación necesaria del endometrio y el *conceptus*, y un apoyo luteotrófico, como el proporcionado por la hCG, para evitar la regresión temprana del CL, proporcione una forma de optimizar el reconocimiento materno de la gestación. De hecho, la administración de hCG en el momento de las inyecciones de progesterona entre los Días 1 y 4 contrarresta el efecto negativo sobre la vida útil del CL (Ginther, 1970). En apoyo de esta noción,

en un estudio reciente (O'Hara *et al.*, 2014b), la administración de eCG, una glicoproteína secretada por las copas endometriales de las yeguas preñadas con una vida relativamente larga de 2-3 días y con propiedades similares a la LH y la FSH en el ganado, en novillas de carne en el Día 3 después del celo junto con un inserto de P4 intravaginal redujo el número de ciclos cortos y aumentó el peso medio del tejido luteal y la P4 circulante. Sin embargo, el número de novillas implicadas fue pequeño y este área requiere más estudio.

Conclusión

La progesterona es fundamental para el establecimiento y el mantenimiento de la gestación. Tiene un papel esencial en la creación de un ambiente uterino óptimo en el que el embrión pueda desarrollarse, a través de sus acciones en el endometrio uterino, y, a su vez, en la composición del fluido en el lumen uterino. Las estrategias dirigidas a elevar las concentraciones de P4 durante la fase luteal temprana han llevado a resultados variables en términos de mejora de las tasas de gestación; estos resultados variables pueden deberse al tipo de animal tratado (novilla, vaca lechera en lactación, vaca de carne), a las concentraciones de P4 endógena en dichos animales y al modo de conseguir las concentraciones elevadas.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Fundación Científica de Irlanda y a Ceva Sante Animale su apoyo.

Referencias

Alexopoulos NI, Vajta G, Maddox-Hyttel P, French AJ, Trounson AO. 2005. Stereomicroscopic and histological examination of bovine embryos following extended in vitro culture. *Reprod Fertil Dev*, 17:799-808.

Ashworth CJ, Sales DI, Wilmut I. 1989. Evidence of an association between the survival of embryos and the periovulatory plasma progesterone concentration in the ewe. *J Reprod Fertil*, 87:23-32.

Baruselli PS, Ferreira RM, Filho MF, Nasser LF, Rodrigues CA, Bo GA. 2010. Bovine embryo transfer recipient synchronisation and management in tropical environments. *Reprod Fertil Dev*, 22:67-74.

Bauersachs S, Ulbrich SE, Reichenbach HD, Reichenbach M, Buttner M, Meyer HH, Spencer TE, Minten M, Sax G, Winter G, Wolf E. 2012. Comparison of the effects of early pregnancy with human interferon, alpha 2 (IFNA2), on gene expression in bovine endometrium. *Biol Reprod*, 86:46.

Bauersachs S, Ulbrich SE, Zakhartchenko V, Minten M, Reichenbach M, Reichenbach HD, Blum H, Spencer TE, Wolf E. 2009. The endometrium responds differently to cloned versus fertilized embryos. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 106:5681-5686.

Beltman ME, Lonergan P, Diskin MG, Roche JF, Crowe MA. 2009. Effect of progesterone supplementation in the first week post conception on embryo survival in beef heifers. *Theriogenology*, 71:1173-1179.

Betteridge KJ, Eaglesome MD, Randall GC, Mitchell D. 1980. Collection, description and transfer of embryos from cattle 10–16 days after oestrus. *J Reprod Fertil*, 59:205-216.

Bo GA, Peres LC, Cutaia LE, Pincinato D, Baruselli PS, Mapletoft RJ. 2011. Treatments for the synchronisation of bovine recipients for fixed-time embryo transfer and improvement of pregnancy rates. *Reprod Fertil Dev*, 24:272-277.

Brandao DO, Maddox-Hyttel P, Lovendahl P, Rumpf R, Stringfellow D, Callesen H. 2004. Post hatching development: a novel system for extended in vitro culture of bovine embryos. *Biol Reprod*, 71:2048-2055.

Burke CR, Mihm M, Macmillan KL y Roche JF 1994 Some effects of prematurely elevated concentrations of progesterone on luteal and follicular characteristics during the oestrous cycle in heifers. *Animal Reproduction Science* 35 27-39.

Carter F, Forde N, Duffy P, Wade M, Fair T, Crowe MA, Evans AC, Kenny DA, Roche JF, Lonergan P. 2008. Effect of increasing progesterone concentration from Day 3 of pregnancy on subsequent embryo survival and development in beef heifers. *Reprod Fertil Dev*, 20:368-375.

Clemente M, De La Fuente J, Fair T, Al Naib A, Gutierrez-Adan A, Roche JF, Rizos D, Lonergan P. 2009. Progesterone and conceptus elongation in cattle: a direct effect on the embryo or an indirect effect via the endometrium? *Reproduction*, 138:507-517.

Diskin MG, Morris DG. 2008. Embryonic and early foetal losses in cattle and other ruminants. *Reprod Domest Anim*, 43 Suppl 2:260-267.

Forde N, Beltman ME, Duffy GB, Duffy P, Mehta JP, O'Gaora P, Roche JF, Lonergan P, Crowe MA. 2011a. Changes in the endometrial transcriptome during the bovine estrous cycle: effect of low circulating progesterone and consequences for conceptus elongation. *Biol Reprod*, 84:266-278.

Forde N, Carter F, Fair T, Crowe MA, Evans AC, Spencer TE, Bazer FW, Mcbride R, Boland MP, O'Gaora P, Lonergan P, Roche JF. 2009. Progesterone-regulated changes in endometrial gene expression contribute to advanced conceptus development in cattle. *Biol Reprod*, 81:784-794.

Forde N, Carter F, Spencer TE, Bazer FW, Sandra O, Mansouri-Attia N, Okumu LA, Mcgettigan PA, Mehta JP, Mcbride R, O'Gaora P, Roche JF, Lonergan P. 2011b. Conceptus-induced changes in the endometrial transcriptome: how soon does the cow know she is pregnant? *Biol Reprod*, 85:144-156.

Forde N, Lonergan P. 2012. Transcriptomic analysis of the bovine endometrium: What is required to establish uterine receptivity to implantation in cattle? *J Reprod Dev*, 58:189-195.

Forde N, Mehta JP, Minten M, Crowe MA, Roche JF, Spencer TE, Lonergan P. 2012. Effects of low progesterone on the endometrial transcriptome in cattle. *Biol Reprod*, 87:124.

Garrett JE, Geisert RD, Zavy MT, Morgan GL. 1988. Evidence for maternal regulation of early conceptus growth and development in beef cattle. *J Reprod Fertil*, 84:437-446.

Ginther OJ 1970 Effect of progesterone on length of estrous cycle in cattle. *American Journal of Veterinary Research* 31 493-496.

Gray CA, Burghardt RC, Johnson GA, Bazer FW, Spencer TE. 2002. Evidence that absence of endometrial gland secretions in uterine gland knockout ewes compromises conceptus survival and elongation. *Reproduction*, 124:289-300.

Inskeep EK. 2004. Preovulatory, postovulatory, and postmaternal recognition effects of concentrations of progesterone on embryonic survival in the cow. *J Anim Sci*, 82 E-Suppl:E24-39.

Larson JE, Krisher RL, Lamb GC. 2011. Effects of supplemental progesterone on the development, metabolism and blastocyst cell number of bovine embryos produced in vitro. *Reprod Fertil Dev*, 23:311-318.

Lonergan P. 2011. Influence of progesterone on oocyte quality and embryo development in cows. *Theriogenology*, 76:1594-1601.

Maillo V, Rizos D, Besenfelder U, Havlicek V, Kelly AK, Garrett M, Lonergan P. 2012. Influence of lactation on metabolic

characteristics and embryo development in postpartum holstein dairy cows. *J Dairy Sci*, 95:3865-3876.

Mann GE, Lamming GE. 2001. Relationship between maternal endocrine environment, early embryo development and inhibition of the luteolytic mechanism in cows. *Reproduction*, 121:175-180.

Mansouri-Attia N, Sandra O, Aubert J, Degrelle S, Everts RE, Giraud-Delville C, Heyman Y, Galio L, Hue I, Yang X, Tian XC, Lewin HA, Renard JP. 2009. Endometrium as an early sensor of in vitro embryo manipulation technologies. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 106:5687-5692.

McNeill RE, Diskin MG, Sreenan JM, Morris DG. 2006. Associations between milk progesterone concentration on different days and with embryo survival during the early luteal phase in dairy cows. *Theriogenology*, 65:1435-1441.

Nascimento AB, Bender RW, Souza AH, Ayres H, Araujo RR, Guenther JN, Sartori R, Wiltbank MC. 2013. Effect of treatment with human chorionic gonadotropin on day 5 after timed artificial insemination on fertility of lactating dairy cows. *J Dairy Sci*, 96:2873-2882.

O'Hara L, Scully S, Maillo-Sevilla V, Kelly AK, Duffy P, Carter F, Forde N, Rizos D, Lonergan P. 2012. Effect of follicular aspiration just prior to ovulation on corpus luteum characteristics, circulating progesterone concentrations and uterine receptivity in single-ovulating beef heifers. *Reproduction Fertility and Development*, 24:155-155.

O'Hara L, Forde N, Kelly AK, Lonergan P. 2014a. Effect of bovine blastocyst size at embryo transfer on day 7 on conceptus length on Day 14: Can supplementary progesterone rescue small embryos? *Theriogenology* 81(8): 1123–1128.

O'Hara L, Forde N, Carter F, Rizos D, Maillo V, Ealy AD, Kelly AK, Rodriguez P, Isaka N, Evans ACO, Lonergan P. 2014b. Paradoxical effect of supplementary progesterone between Day 3 and Day 7 on corpus luteum function and conceptus development in cattle. *Reproduction Fertility and Development* 26(2):328-36.

O'Hara L, Forde N, Duffy P, Randi F, Kelly AK, Valenza A, Rodriguez P, Lonergan P. 2014c. Effect of combined exogenous progesterone with luteotrophic support via equine chorionic gonadotrophin (eCG) on corpus luteum development, circulating progesterone concentrations and embryo development in cattle. *Reproduction Fertility and Development* (in press).

Okumu LA, Forde N, Fahey AG, Fitzpatrick E, Roche JF, Crowe MA, Lonergan P. 2010. The effect of elevated progesterone and pregnancy status on mRNA expression and localisation of progesterone and oestrogen receptors in the bovine uterus. *Reproduction*.

Satterfield MC, Bazer FW, Spencer TE. 2006. Progesterone regulation of preimplantation conceptus growth and galectin 15 (LGALS15) in the ovine uterus. *Biol Reprod*, 75:289-296.

Spencer TE, Gray CA. 2006. Sheep uterine gland knockout (UGKO) model. *Methods Mol Med*, 121:85-94.

Spencer TE, Johnson GA, Bazer FW, Burghardt RC, Palmarini M. 2007. Pregnancy recognition and conceptus implantation in domestic ruminants: roles of progesterone, interferons and endogenous retroviruses. *Reprod Fertil Dev*, 19:65-78.

Stronge AJ, Sreenan JM, Diskin MG, Mee JF, Kenny DA, Morris DG. 2005. Post-insemination milk progesterone concentration and embryo survival in dairy cows. *Theriogenology*, 64:1212-1224.

Vasconcelos JL, Sartori R, Oliveira HN, Guenther JG, Wiltbank MC. 2001. Reduction in size of the ovulatory follicle reduces subsequent luteal size and pregnancy rate. *Theriogenology*, 56:307-314.

Wiltbank MC, Souza AH, Carvalho PD, Bender RW, Nascimento AB. 2011. Improving fertility to timed artificial insemination by manipulation of circulating progesterone concentrations in lactating dairy cattle. *Reprod Fertil Dev*, 24:238-243.

Wiltbank MC, Souza AH, Carvalho PD, Cunha AP, Giordano JO, Fricke PM, Baez GM, Diskin MG. 2014. Physiological and practical effects of progesterone on reproduction in dairy cattle. *Animal* 4:1-12.

CALIDAD DE LECHE

PLANES DE HIGIENE EN LAS EXPLOTACIONES DE VACUNO LECHERO

Pedro Blanco Martínez
HYPRED

Porqué los planes de higiene

La higiene es una parte fundamental en la producción lechera, interviene en la calidad y viabilidad de las producciones finales de la explotación, leche, animales para venta, animales para reposición y en el proceso productivo.

El realizar un plan estructurado y meditado es fundamental ya que esta faceta de la producción es dejada en muchos momentos a la simple "higiene mental" de las personas implicadas, más que a la búsqueda razonada de los mejores resultados.

Hay que tener en cuenta también la exigencia sanitaria y de calidad por parte de toda la cadena alimentaria.

Además, hay una multiplicidad de aspectos reglamentarios a tener en cuenta que van a cambiar drásticamente y que hasta ahora se han tratado con gran laxitud.

Cualquier mejora en estos planes lleva asociada una mayor rentabilidad para la explotación.

Puntos de desarrollo de la ponencia:

Consideraciones generales sobre higiene

- Definiciones
- Métodos
- Técnicas

Términos generales en la elaboración de un plan de higiene

- Área
- Frecuencia
- Forma
- Producto tipo
- Dosis
- Responsables
- Comunicación instrumentos

Áreas en una explotación de vacuno lechero

- Sistema de ordeño
- Sala
- Lechería - tanques
- Protocolo de ordeño
- Preparación del ordeño
- Durante el ordeño
- Post ordeño
- Sala de ordeño y sala de espera, locales
- Higiene podal
- Higiene en la guardería
- Boxes
- Utensilios de alimentación
- Higiene en parideras
- Higiene de la cocina
- Agua
- Silos y material de preparación de la ración
- Higiene de las instalaciones del ganado
- Camas
- Pasillos
- Comederos
- Bebederos
- Higiene relacionada con la bioseguridad
- Acceso general
- Accesos interiores

Rentabilidad de los planes de higiene

- Costes directos
- Beneficios directos
- Beneficios indirectos
- Proactividad reactividad

Novedades normativas

- Nueva normativa CLP
- Nueva normativa de biocidas, REACH etc
- Las certificaciones evolución
- Del agroconfiance al IFS (International Food Standard) y BRC (British Retail Consortium)

CLINICAL PHARMACOLOGY OF INTRAMAMMARY MASTITIS THERAPY

Dra. Sarah Wagner
DVM, PhD, DACVCP
Department of Animal Sciences, North Dakota State University, USA

Introduction

Mastitis is a common disease in dairy cows, and a common reason for the use of antimicrobial drugs. It is critical that decisions about mastitis treatment be based on consideration of the available evidence about treatment efficacy. The objective of this presentation is to review the evidence regarding intramammary (IMM) drug treatment of clinical mastitis in dairy cows.

To treat or not to treat?

Before selecting a drug for the treatment of mastitis in a dairy cow, it is important to consider cow factors and pathogen factors.

Characteristics of the affected cow should be considered when deciding whether to treat the cow for mastitis, and if so, how. In studies of mastitis caused by *Staphylococcus aureus*, the likelihood of a cure after treatment was decreased in cows with greater parity, higher Somatic Cell Count (SCC) before treatment, and more than one affected quarter.[1] In another study of mastitis of mild or moderate severity, a decreased likelihood of microbiological cure following treatment was observed in cows in cows that had mastitis previously and in cows with a higher pre-treatment SCC.[2] Prior to treating a cow for mastitis, her age/parity, number of affected quarters, previous infection status, and SCC should be considered, along with her productivity, genetic merit, reproductive status, the presence of other disease states, and her stage of lactation. For some cows, drying off a quarter or the whole cow may be a better strategy than drug treatment during lactation, while for some cows, culling may be more appropriate than drug treatment.

In addition, microbial culture of milk provides information that facilitates decision-making about which cows to treat and how to treat them. Cows with an acute case of mastitis that yields no pathogen growth on microbial culture of the milk may need no treatment at all.[3] Some pathogens, such as *Mycoplasma* species, and chronic infections with *Staphylococcus aureus*, are unlikely to respond to treatment with any antimicrobial drug, while others, such as *Streptococcus agalactiae*, are considered responsive to treatment with a proper regimen of almost any antimicrobial drug. Obtaining microbial culture information on each cow affected with mastitis is the ideal approach; failing that, periodic culture of mastitis cases will at least provide an idea of what pathogens are most prevalent on a particular farm.

Intramammary antimicrobial drug treatment of mastitis: the evidence

- β-Lactam Drugs

β-lactam drugs used for the treatment of mastitis in Europe or the United States include Ampicllin, Hetacillin (Ampicillin) Cloxacillin, Nafcillin, Penethemate, and Cephalosporins.

Penicillins such as penethemate, nafcillin, and cloxacillin are active against Gram-positive pathogens; cloxacillin and nafcillin are expected to be active against bacteria that produce beta-lactamase. Aminopenicillins such as amoxicillin, ampicillin, and hetacillin are expected to be active against Gram-negative pathogens as well as Gram-positive pathogens, although one must remember that these drugs have been in use for many years and bacterial resistance is likely to be common. The label for the amoxicillin product available in the United States states that "most strains of *Pseudomonas, Klebsiella*, and *Enterobacter* are resistant." [4] Unfortunately, the author could not locate high-quality published evidence about the efficacy of penicillins for the treatment of mastitis by the intramammary route, so if these drugs are selected for use it should be with the knowledge of their spectra of activity and the possibility of wide-spread resistance due to long-term availability and use of the drugs in this class.

First generation and third generation cephalosporin drugs are available for IMM use in the US and Europe. First generation cephalosporin drugs have a spectrum of activity that includes the Enterobacteriaceae and most Gram-positive bacteria, including beta-lactamase-producing staphylococci. For the first generation cephalosporin drug cephapirin, there is published evidence that IMM administration improves the microbiological cure rate when compared to untreated controls, and that its efficacy is similar to that of the third generation cephalosporin drug ceftiofur for resolution of clinical signs in cows with mastitis caused by Gram-positive pathogens. [5, 6]

Third generation cephalosporin drugs have more activity against Gram-negative pathogens than first-generation cephalosporin drugs, but less activity against Gram-positive species. Ceftiofur is the member of this class that is available for IMM use in dairy cows in the United States. Published research has reported that in cows with subclinical infection with Gram-negative pathogens, 2 doses of the drug (at a 24-hour interval) are more effective at producing a microbiological cure than no treatment, and that 8 doses produce a higher microbiological cure rate than 2 doses or no treatment. [7]

- Aminoglycosides

  Combination IMM drug products available in Europe may contain aminoglycoside drugs, which are not approved for IMM use in the United States. Two studies conducted in the early 1990s both concluded that the administration of the aminoglycoside drug gentamycin IMM to cows with induced intramammary infection with *Escherichia coli* did not result in faster elimination of the infection. [8,9] A study published in 2003 reported that the addition of the aminoglycoside drug neomycin to procaine penicillin for IMM treatment of mastitis did not result in improved cure rates in cows with naturally occurring mastitis due to Gram-positive pathogens; such a result is expected as the drug class is considered to be primarily effective against Gram-negative pathogens. [10]

- Macrolides

  The spectrum of activity of macrolide drugs includes gram positive pathogens. In the United States, the member of this drug class approved for IMM use in dairy cows is pirlimycin. As part of the work done to obtain approval from the US Food and Drug Administration to market the drug in

the US, a study was performed in which it was found that at the approved dose (50 mg of active drug IMM, twice, at a 24-hour interval), the rate for combined clinical and microbiological cure was significantly better in treated cows than in untreated controls.

Intramammary Anti-inflammatory drugs

Although IMM products containing glucocorticoid drugs are available for use in Europe, little evidence is available for their efficacy when compared to IMM products containing only antimicrobial drugs. A recently published report comparing the IMM administration of a cephalosporin drug with or without prednisolone to cows with induced mastitis due to *E. coli* included a study design in which the drugs were administered prior to the onset of clinical signs, limiting the ability to extrapolate the findings to use in dairy herds where treatment is not administered prior to the onset of clinical signs. [12] The study found decreased interleukin concentrations and leukocyte counts in the steroid-treated quarters. Whether such an effect would be beneficial in naturally-occurring mastitis treated *after* the onset of clinical signs is not known. The time until resolution of the infection was not affected by the presence of the glucocorticoid drug in the IMM treatment.

A recent study evaluated systemic treatment of naturally occurring clinical mastitis with penethemate with or without concurrent systemic treatment with the non-steroidal anti-inflammatory drug meloxicam and found that the likelihood of treatment failure was not affected by the addition of the anti-inflammatory drug to the treatment regimen, and that cows treated with meloxicam had a lower risk of culling and a lower SCC following treatment.[13]

Conclusions

There is little published evidence about the efficacy of IMM antimicrobial drugs for the treatment of clinical mastitis in dairy cows based on prospective, randomized studies involving naturally-occurring disease, especially when compared with the rate of publication of clinical trial outcomes for antimicrobial drug treatment of bovine respiratory disease. Clinical trials for the treatment of naturally-occurring clinical mastitis are expensive, time-consuming, and complicated by the lack of standard definitions of mastitis cases and cures and the wide variety of pathogens that may cause the disease.

There is not substantial evidence that the addition of steroidal anti-inflammatory drugs to IMM treatments or the systemic treatment of cows with mastitis with anti-inflammatory drugs improves (or decreases) the rate at which mastitis is cured, but such treatment may affect other outcomes such as decreasing the signs of inflammation and the risk of subsequent culling of the cow.

The absence of substantial high-quality published evidence about IMM antimicrobial drug treatment for clinical mastitis leaves a void for those who desire to practice evidence-based veterinary medicine. The best approach may be to create evidence by keeping records of treatment outcomes on each farm and selecting the antimicrobial drugs that have the highest rate of cure among comparable cases of mastitis on a particular farm. In addition, microbial culture of milk from cases of mastitis can help with selection of drugs with appropriate spectra of activity, and may reduce the frequency of treating cases in which treatment is unnecessary or futile.

Further Reading

An excellent source of information about the characteristics of various mastitis pathogens, along with much general information about the control of mastitis on dairy farms, is the website of the NMC (formerly National Mastitis Council) at www.nmconline.org.

A recent review of published evidence for IMM antimicrobial drug treatment for lactating cows and dry cows can be found here: Royster, E., & Wagner, S. (2015). Treatment of Mastitis in Cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 31(1), 17-46.

References

Barkema HW, Schukken YH, Zadoks RN. Invited review: the role of cow, pathogen, and treatment regimen in the therapeutic success of bovine Staphylococcus aureus mastitis. J Dairy Sci 2006;89(6):1877–95.

Pinzon-Sanchez C, Ruegg PL. Risk factors associated with short-term post-treatment outcomes of clinical mastitis. J Dairy Sci 2011;94(7):3397–410.

Lago, A, Godden, SM, Bey, R, Ruegg, PL, Leslie, K.The selective treatment of clinical mastitis based on on-farm culture results: I. Effects on antibiotic use, milk withholding time, and short-term clinical and bacteriological outcomes. Journal Dairy Sci 2011 94(9):4441-4456.

Amoxi-Mast prescribing information. Available at: http://www.merck-animalhealth-usa.com/binaries/Amoxi-Mastitis_Tubes_tcm96-85711.pdf. Accessed October 10, 2014.

Rosenberg JB, Love B, Patterson DL. Bacterial cure and somatic cell count response of dairy cows with a positive California mastitis test at calving to therapy with cephapirin sodium. Vet Ther 2002;3(4):381.

Schukken YH, Zurakowski MJ, Rauch BJ, *et al.* Noninferiority trial comparing a firstgeneration cephalosporin with a third-generation cephalosporin in the treatment of nonsevere clinical mastitis in dairy cows. J Dairy Sci 2013;96(10):6763–74.

Oliver SP, Gillespie BE, Headrick SJ, *et al.* Efficacy of extended ceftiofur intramammary therapy for treatment of subclinical mastitis in lactating dairy cows. J Dairy Sci 2004;87(8):2393–400.

Erskine, R. J., Wilson, R. C., Riddell Jr, M. G., Tyler, J. W., Spears, H. J., & Davis, B. S. (1992). Intramammary administration of gentamicin as treatment for experimentally induced Escherichia coli mastitis in cows. American journal of veterinary research, 53(3), 375-381.

Pyörälä, S., Kaartinen, L., Käck, H., & Rainio, V. (1994). Efficacy of two therapy regimens for treatment of experimentally induced Escherichia coli mastitis in cows. Journal of dairy science, 77(2), 453-461.

Taponen, S., Dredge, K., Henriksson, B., Pyyhtiä, A. M., Suojala, L., Junni, R., ... & Pyörälä, S. (2003). Efficacy of intramammary treatment with procaine penicillin G vs. procaine penicillin G plus neomycin in bovine clinical mastitis caused by penicillin susceptible, gram positive bacteria–a double blind field study. Journal of veterinary pharmacology and therapeutics, 26(3), 193-198.

Freedom of information summary; NADA 141–036: PIRSUE sterile solution(pirlimycinhydrochloride).USFoodandDrugAdministration (2007). Available at: http://www.fda.gov/downloads/AnimalVeterinary/Products/ApprovedAnimalDrugProducts/FOIADrugSummaries/ucm116138.pdf. Accessed November 21, 2014.

Sipka, A., Gurjar, A., Klaessig, S., Duhamel, G. E., Skidmore, A., Swinkels, J., ... & Schukken, Y. (2013). Prednisolone and cefapirin act synergistically in resolving experimental Escherichia coli mastitis. Journal of dairy science, 96(7), 4406-4418.

McDougall, S., Bryan, M. A., & Tiddy, R. M. (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. Journal of dairy science, 92(9), 4421-4431.

TRADUCCIÓN AL CASTELLANO ▼

Farmacología clínica del tratamiento intramamario de mastitis

Dra. Sarah Wagner

DVM, PhD, DACVCP
Departamento de Ciencia Animal, Universidad Estatal de Dakota del Norte, Estados Unidos

Introducción

Mastitis es una enfermedad común en vacas lecheras y una razón frecuente para el uso de medicamentos antimicrobianos. Es fundamental que las decisiones sobre el tratamiento de mastitis se tomen considerando las evidencias disponibles sobre la eficacia del tratamiento. El objetivo de esta presentación es revisar la evidencia sobre el tratamiento farmacológico intramamario (IMM) de mastitis clínica en vacas lecheras.

¿Tratar o no tratar?

Antes de seleccionar el medicamento para el tratamiento de mastitis en una vaca lechera, es importante considerar los factores de la vaca y los factores patógenos.

Se deben tener en cuenta las características de la vaca afectada a la hora de decidir si se va a tratar el caso de mastitis y, si es así, cómo. En estudios de mastitis causada por *Staphylococcus aureus*, la probabilidad de curación después del tratamiento se reduce en la vacas con mayor paridad, mayor recuento de células somáticas (SCC, por sus siglas en inglés) antes del tratamiento y más de un cuarterón afectado.[1] En otro estudio de mastitis de gravedad leve o moderada, se observó una menor probabilidad de curación microbiológica después del tratamiento en vacas que habían tenido mastitis previamente y en vacas con un mayor SCC antes del tratamiento.[2] Antes de tratar a una vaca por mastitis, se debe considerar su edad/paridad, el número de cuarterones afectados, el estado de infección anterior y el SCC, junto a su productividad, su mérito genético, su estado reproductivo, la presencia de otras enfermedades y su fase de lactación. En algunas vacas, el secado de un cuarterón o de la vaca entera puede ser una estrategia mejor que el tratamiento farmacológico durante la lactación; mientras que en otras vacas, el desecho puede ser más apropiado que el tratamiento farmacológico.

Además, el cultivo microbiano de la leche proporciona información que facilita la toma de decisiones sobre qué vacas tratar y cómo tratarlas. Las vacas con casos agudos de mastitis sin crecimiento de patógenos en el cultivo microbiano de la leche pueden no necesitar ningún tratamiento.[3] Algunos patógenos, como las especies *Mycoplasma*, y las infecciones crónicas con *Staphylococcus aureus* probablemente no responderán al tratamiento con ningún fármaco antimicrobiano; mientras que otros, como el *Streptococcus agalactiae*, se consideran sensibles al tratamiento con un régimen apropiado con casi cualquier fármaco antimicrobiano. El enfoque ideal es obtener información del cultivo microbiano de cada vaca afectada con mastitis; o en su defecto, un cultivo periódico de los casos de mastitis dará, al menos, una idea de qué patógenos son más prevalentes en una granja concreta.

El tratamiento farmacológico antimicrobiano intramamario de mastitis: la evidencia

- Fármacos β-lactámicos

Entre los fármacos β-lactámicos utilizados para el tratamiento de mastitis en Europa y Estados Unidos se incluyen la ampicilina, la hetacilina (ampicilina), la cloxacilina, la nafcilina, el penetemato y las cefalosporinas.

Las penicilinas, como el penetemato, la nafcilina y la cloxacilina, son activas contra los patógenos Gram-positivos; se espera que la cloxacilina y la nafcilina sean activas contra las bacterias que producen beta-lactamasa. Se espera que las aminopenicilinas, como la amoxicilina, la ampicilina y la hetacilina, sean activas contra patógenos Gram-negativos, así como contra patógenos Gram-positivos; aunque, hay que recordar que estos medicamentos se han utilizado durante muchos años y que la resistencia bacteriana probablemente sea común. La etiqueta del producto de amoxicilina disponible en Estados Unidos afirma que "la mayoría de las cepas de *Pseudomona, Klebsiella* y *Enterobacter* son resistentes".[4] Desgraciadamente, el autor no pudo localizar evidencias publicadas de alta calidad sobre la eficacia de las penicilinas para el tratamiento de mastitis por vía intramamaria, por lo que, si se seleccionan estos medicamentos para su uso, debe ser con conocimiento de su espectro de actividad y de la posibilidad de que exista una resistencia extendida debido al largo plazo de disponibilidad y uso de los fármacos de esta clase.

Las cefalosporinas de primera y tercera generación están disponibles para su uso IMM en Estados Unidos y Europa. Las cefalosporinas de primera generación tienen un espectro de actividad que incluye las Enterobacteriaceae y la mayoría de las bacterias Gram-positivas, incluyendo los estafilococos que producen β-lactamasa. Para las cefalosporinas de primera generación (cefapirina) existe evidencia publicada de que la administración IMM mejora la tasa de curación microbiológica en comparación con el grupo control no tratado, y que su eficacia es similar a la de las cefalosporinas de tercera generación (ceftiofur) para la resolución de los signos clínicos en vacas con mastitis causada por patógenos Gram-positivos.[5, 6]

Las cefalosporinas de tercera generación tienen una mayor actividad contra los patógenos Gram-negativos que las cefalosporinas de primera generación, pero una menor actividad contra las especies Gram-positivas. El ceftiofur es el fármaco de esta clase disponible para uso IMM en vacas lecheras en Estados Unidos. La investigación publicada ha reportado que, en vacas con una infección subclínica con patógenos Gram-negativos, 2 dosis del medicamento (con un intervalo de 24 horas) son más efectivas a la hora de producir una curación microbiológica que ningún tratamiento, y que 8 dosis producen una tasa de curación microbiológica más alta que 2 dosis o que ningún tratamiento.[7]

- Aminoglucósidos

Los medicamentos IMM combinados disponibles en Europa pueden contener aminoglucósidos, que no están aprobados para su uso IMM en los Estados Unidos. Dos estudios llevados a cabo a principios de los 90 concluyeron que la administración del aminoglucósido gentamicina IMM en vacas con una infección intramamaria inducida con *Escherichia coli* no daba lugar a una eliminación más rápida de la infección.[8, 9] Un estudio publicado en el 2003 reportó que la adición del aminoglucósido neomicina a la penicilina procaína para el tratamiento IMM de mastitis no daba tasas de curación mejoradas en vacas con mastitis de origen natural por patógenos Gram-positivos; este resultado es esperado ya que esta clase de fármacos se considera efectiva principalmente contra patógenos Gram-negativos.[10]

- Macrólidos

El espectro de actividad de los macrólidos incluye los patógenos Gram-positivos. En Estados Unidos, el medicamento de esta clase aprobado para uso IMM en vacas lecheras es la pirlimicina. Como parte del trabajo realizado para conseguir la aprobación de la Administración de Medicamentos y Alimentos Estadounidense para comercializar el fármaco en Estados Unidos, se realizó un estudio en el que se vio que, en la dosis aprobada (50 mg de medicamento activo IMM, dos veces, en un intervalo de 24 horas), la tasa de curación clínica y microbiológica combinada era significativamente mejor en las vacas tratadas que en los controles sin tratamiento.

Antiinflamatorios intramamarios

Aunque hay productos IMM que contienen glucocorticoides disponibles para su uso en Europa, existe poca evidencia de su eficacia en comparación con los productos IMM que sólo contienen fármacos antimicrobianos. Un informe publicado recientemente que compara la administración IMM de cefalosporinas con o sin prednisolona en vacas con mastitis inducida con *E. coli* incluye un diseño de estudio en el que los fármacos se administran antes de la aparición de los signos clínicos, limitando la capacidad de extrapolar los descubrimientos para el uso en rebaños lecheros donde el tratamiento no se administra antes de la aparición de los signos clínicos.[12] El estudio halló menores concentraciones de interleucina y recuentos de leucocitos en los cuartos tratados con esteroides. Que tal efecto sea beneficioso en mastitis de origen natural tratada después de la aparición de los signos clínicos, no se sabe. El tiempo hasta la resolución de la infección no se vio afectado por la presencia de los glucocorticoides en el tratamiento IMM.

Un estudio reciente evaluó el tratamiento sistémico de mastitis clínica de origen natural con penetemato con o sin un tratamiento sistémico, simultáneo con antiinflamatorio no esteroideo meloxicam y descubrió que la probabilidad del fracaso del tratamiento no se veía afectada por la adición del antiinflamatorio, y que las vacas tratadas con meloxicam tenían un menor riesgo de desecho y un SCC menor después del tratamiento.[13]

Conclusiones

Hay poca evidencia publicada sobre la eficacia de los fármacos antimicrobianos IMM para el tratamiento de mastitis clínica en las vacas lecheras basadas en estudios prospectivos aleatorios que incluyan la enfermedad de origen natural, especialmente en comparación con la cantidad de ensayos clínicos publicados para el tratamiento antimicrobiano de la enfermedad respiratoria bovina. Los ensayos clínicos para el tratamiento de mastitis clínica de origen natural son costosos, consumen tiempo y son complicados por la falta de definiciones estándares de los casos de mastitis y curaciones y la amplia variedad de patógenos que pueden provocar la enfermedad.

No hay evidencia sustancial de que la adición de antiinflamatorio no esteroideo en el tratamiento IMM o el tratamiento sistémico de las vacas con mastitis mejore (o reduzca) la tasa de curación de mastitis; pero, este tratamiento puede afectar a otros resultados, como la disminución de los signos de inflamación y el riesgo de desecho pósterior de la vaca.

La ausencia de pruebas publicadas de alta calidad sustancial sobre el tratamiento antimicrobiano IMM para mastitis clínica deja un vacío para aquellos que deseen practicar la medicina veterinaria basada en la evidencia. El mejor enfoque puede ser crear pruebas a través del mantenimiento de los registros de los resultados de los tratamientos en cada granja y la selección de los fármacos antimicrobianos que tengan la tasa de curación más alta de entre los casos comparables de mastitis en una granja concreta. Además, el cultivo microbiano de la leche de los casos de mastitis puede ayudar en la selección de medicamentos con el espectro apropiado y puede reducir la frecuencia de los casos tratados en los que el tratamiento es innecesario o inútil.

Lectura adicional:

Una excelente fuente de información sobre las características de varios patógenos de mastitis, así como de mucha información general sobre el control de mastitis en las granjas lecheras, es la página web del Consejo Nacional de Mastitis (NMC – *National Mastitis Council*): www.nmconline.org.

Se puede encontrar una revisión reciente de la evidencia publicada del tratamiento farmacológico antimicrobiano IMM de vacas en lactación y vacas secas en: Royster, E., & Wagner, S. (2015). Treatment of Mastitis in Cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 31(1), 17-46.

Referencias

Barkema HW, Schukken YH, Zadoks RN. Invited review: the role of cow, pathogen, and treatment regimen in the therapeutic success of bovine Staphylococcus aureus mastitis. J Dairy Sci 2006;89(6):1877–95.

Pinzon-Sanchez C, Ruegg PL. Risk factors associated with short-term post-treatment outcomes of clinical mastitis. J Dairy Sci 2011;94(7):3397–410.

Lago, A, Godden, SM, Bey, R, Ruegg, PL, Leslie, K.The selective treatment of clinical mastitis based on on-farm culture results: I. Effects on antibiotic use, milk withholding time, and short-term clinical and bacteriological outcomes. Journal Dairy Sci 2011 94(9):4441-4456.

Amoxi-Mast prescribing information. Available at: http://www.merck-animalhealth-usa.com/binaries/Amoxi-Mastitis_Tubes_tcm96-85711.pdf. Accessed October 10, 2014.

Rosenberg JB, Love B, Patterson DL. Bacterial cure and somatic cell count response of dairy cows with a positive California mastitis test at calving to therapy with cephapirin sodium. Vet Ther 2002;3(4):381.

Schukken YH, Zurakowski MJ, Rauch BJ, *et al.* Noninferiority trial comparing a firstgeneration cephalosporin with a third-generation cephalosporin in the treatment of nonsevere clinical mastitis in dairy cows. J Dairy Sci 2013;96(10):6763–74.

Oliver SP, Gillespie BE, Headrick SJ, *et al.* Efficacy of extended ceftiofur intramammary therapy for treatment of subclinical mastitis in lactating dairy cows. J Dairy Sci 2004;87(8):2393–400.

Erskine, R. J., Wilson, R. C., Riddell Jr, M. G., Tyler, J. W., Spears, H. J., & Davis, B. S. (1992). Intramammary administration of gentamicin as treatment for experimentally induced Escherichia coli mastitis in cows. American journal of veterinary research, 53(3), 375-381.

Pyörälä, S., Kaartinen, L., Käck, H., & Rainio, V. (1994). Efficacy of two therapy regimens for treatment of experimentally induced Escherichia coli mastitis in cows. Journal of dairy science, 77(2), 453-461.

Taponen, S., Dredge, K., Henriksson, B., Pyyhtiä, A. M., Suojala, L., Junni, R., ... & Pyörälä, S. (2003). Efficacy of intramammary treatment with procaine penicillin G vs. procaine penicillin G plus neomycin in bovine clinical mastitis caused by penicillin susceptible, gram positive bacteria–a double blind field study. Journal of veterinary pharmacology and therapeutics, 26(3), 193-198.

Freedom of information summary; NADA 141–036: PIRSUE sterile solution (pirlimycin hydrochloride). US Food and Drug Administration (2007). Available at: http://www.fda.gov/downloads/AnimalVeterinary/Products/ApprovedAnimalDrugProducts/FOIADrugSummaries/ucm116138.pdf. Accessed November 21, 2014.

Sipka, A., Gurjar, A., Klaessig, S., Duhamel, G. E., Skidmore, A., Swinkels, J., ... & Schukken, Y. (2013). Prednisolone and cefapirin act synergistically in resolving experimental Escherichia coli mastitis. Journal of dairy science, 96(7), 4406-4418.

McDougall, S., Bryan, M. A., & Tiddy, R. M. (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. Journal of dairy science, 92(9), 4421-4431.

LA CAMA COMPOST, ¿ES REALMENTE UNA ALTERNATIVA A LOS SISTEMAS TRADICIONALES DE ESTABULACIÓN PARA VACUNO LECHERO?

Dra. Lorena Castillejos
Directora técnica de SNIBA

Resumen

Crear y mantener un ambiente confortable para la vaca lechera es fundamental desde un punto de vista económico y de bienestar. Una de las preocupaciones del productor son los sistemas de alojamiento, especialmente aquéllos que utilizan hormigón incrementando la aparición de cojeras. A parte del diseño y de las dimensiones del alojamiento, el confort del cubículo o de la cama caliente depende del material de cama que se utilice y de un manejo adecuado de este material. Un buen material de cama debería proporcionar confort térmico y suavidad, pero también resistencia y una cierta fricción para evitar que los animales resbalen. La cama ideal sería aquella que mantiene a las vacas limpias, secas, confortables y saludables, reduciendo el trabajo diario y los costes.

Los ganaderos de vacuno lechero que están utilizando un nuevo sistema de alojamiento, la cama compost, pretenden potenciar el bienestar de los animales reduciendo los costes de alojamiento. En la cama compost no encontramos hormigón en la zona de descanso y los animales pueden andar y descansar libremente encima del compost. La contrapartida de este nuevo sistema de alojamiento es que puede llevar asociados un alto riesgo de salud y calidad de la leche si no se lleva a cabo un buen manejo del sistema. El aireado del sistema, la densidad de los animales y su higiene son cruciales para el éxito de la cama compost.

En este trabajo se ha revisado el manejo de la cama compost y sus efectos sobre los animales como un nuevo sistema de alojamiento para granjas de vacuno lechero.

Ideas preconcebidas de la cama compost:

- Con este sistema será imposible mantener a los animales limpios
- No podrán desplazarse por una pila de estiércol de más de un metro, imposible mejorar su bienestar
- Imposible mejorar su bienestar encima de una cama de estiércol constantemente húmeda
- Aumentarán los casos clínicos de mastitis y cojeras
- Disminuirá la calidad de la leche, aumentará el RCS en tanque
- Disminuirá la producción, aunque se reduzca el coste del alojamiento no será rentable

Sin embargo, los beneficios más citados sobre la cama compost son los siguientes:

- Mejora el confort de las vacas
- Mantiene a las vacas más limpias
- Reduce la inversión en los patios
- Aumenta de la longevidad
- Facilita el manejo del estiércol
- Revaloriza el estiércol
- Reduce la incidencia de cojeras
- Reduce el RCS
- Aumenta la producción
- Aumenta la detección del celo
- Disminuye los problemas del parto
- Reduce olor y moscas

Introducción

Los sistemas de estabulación del vacuno lechero tienen un gran impacto en la salud y en la longevidad de los animales. En los últimos años, los sistemas de estabulación en cubículo con cama de paja o serrín se han ido sustituyendo por camas de arena o colchonetas. Y más recientemente, algunos ganaderos han apostado por un sistema de estabulación en cama caliente denominado estabulación compost o cama compost con el objetivo de mejorar el confort, la salud y la longevidad de los animales, reduciendo los costes del alojamiento (coste del establo y del material de la cama) y del manejo del estiércol (sin olvidar el fertilizante casi perfecto que se obtiene de una cama bien compostada).

Actualmente podemos encontrar granjas que funcionan con este sistema de estabulación; sin embargo, el conocimiento científico todavía es limitado, aunque, la mayoría de estudios sugieren que este nuevo sistema puede ser una alternativa a los sistemas tradicionales de estabulación; eso sí, manteniendo un buen manejo del compost. De hecho, el origen de la cama compost parte de la iniciativa de algunos ganaderos de Minesota en el 2001 y pósteriormente aparecen las primeras investigaciones (Barberg *et al.*, 2007a, 2007b; Endres y Barberg, 2007; Janni *et al.*, 2007). Las observaciones, mayoritariamente descriptivas, de estos estudios han demostrado que este sistema de alojamiento puede mejorar el confort, la salud y la longevidad de la vaca, y podría facilitar las tareas de manejo diarias de las explotaciones (Barberg *et al.*, 2007), por lo que este nuevo sistema de estabulación se presenta como una alternativa adecuada para el vacuno lechero en España (Astiz *et al.*, 2014; Castillejos *et al.*, 2015; Fernández *et al.*, 2015).

¿Qué es la **“cama compost”?**

Los establos de cama compost se consideran una alternativa a los sistemas tradicionales de estabulación libre o cama caliente. Este sistema normalmente consiste en una gran zona de descanso (camas) separada por un pasillo de alimentación mediante un muro de hormigón de una altura de 1,2 m que permita retener y compostar el estiércol entre 6 y 12 meses mientras es utilizado como cama para los animales (Janni *et al.*, 2007*).* La zona de descanso es una cama profunda que se enriquece con las heces y orina de los animales y material adicional como serrín, virutas fina de madera o paja. Esta cama tiene que airearse o removerse un mínimo de dos veces al día (Barberg *et al.*, 2007a, Janni *et al.*, 2007, Black *et al.*, 2013) a una profundidad de 25-30 cm (Janni *et al.*, 2007) usando un tractor cultivador rotativo para

secar la superficie de la cama compost, a la vez que se añade un material orgánico adicional como el serrín. El momento óptimo para airear la cama es el momento del ordeño, normalmente dos o tres veces al día, donde tendremos el establo sin animales y podremos airear y añadir material adicional sin obstáculos. Este manejo de remover dos veces al día, aireando y mezclando el material de cama, es lo que permite mantener un ambiente seco y aireado, obteniendo una superficie confortable para los animales. La cama compost es una cama profunda, por lo que el aireado es fundamental para incrementar la actividad bacteriana; ésta a su vez incrementa la producción de calor y éste ayudará a la evaporación de la humedad de la cama. En Israel ha aparecido una alternativa a la cama compost americana, en la que no se utilizan material adicional a las excreciones de los animales. Por ahora no existe ningún trabajo que haya evaluado esta modificación de la cama compost, sin embargo, su funcionamiento estaría basado en la constante aireación y por lo tanto oxigenación de la cama compost, incrementando la actividad de la microflora aeróbica y del calor, consiguiendo una superficie seca (Klaas *et al.*, 2010).

Temperatura-humedad

Como hemos visto la generación de calor, o sea la temperatura del compost es un factor clave para la eficiencia del compost como proceso. Un compost aireado, y por lo tanto activo, tendrá una población microbiana activa produciendo calor. Black *et al.* (2013) observaron cómo la temperatura del compost aumentó en 10ºC cuando aumentaron la frecuencia del aireado de la cama compost de 1 vez al día (30,0 ± 2,7ºC) a 2 veces al día (40,0 ± 1,9ºC), a una profundidad de 20,3 cm.

La materia seca de un compost que esté funcionando adecuadamente debe estar entre un 40 y un 50% (42,5 ± 7,6 ºC, Barberg, *et al.*, 2007a). Esto quiere decir que el manejo de la cama debe permitir que desaparezcan diariamente unos 40 kg de agua (heces y orina) por animal para evitar que el compost se humedezca. El calor que el compost genera durante la degradación de su materia orgánica (40-50ºC) no es suficiente para secar tanta humedad, por lo que es necesario disponer de una buena ventilación dependiendo de las condiciones climáticas de la granja. En climas cálidos, la ventilación natural es suficiente (como en Israel). Sin embargo, en climas fríos, la ventilación será insuficiente y el calor que genera el compost será el factor clave. Evidentemente, la temperatura de la cama compost estará influenciada por la temperatura ambiente, aunque también podemos aumentarla incrementando la frecuencia y la profundidad del aireado, además de disminuir la densidad de los animales (Black *et al.*, 2013). Por otro lado, podemos reducir la humedad de la cama compost, aumentando el espacio del que dispone cada animal (bajar la densidad), pero también incrementando la profundidad del aireado (Black *et al.*, 2013).

Densidad

La densidad óptima de animales para una cama compost dependerá de la cantidad de heces y orina que reciba diariamente. Si las vacas generan más humedad necesitaremos más espacio por vaca o más material que absorba el exceso de humedad para mantener un buen equilibrio entre la actividad bacteriana del compost y la superficie seca para los animales (Janni *et al.*, 2007). Una densidad mínima sería aquella que permita que todos los animales puedan tumbarse al mismo tiempo dejando espacio para que otras puedan ir al comedero y bebedero. La recomendación de Janni *et al.* (2007), basándose en las heces y orina que genera una vaca, fue de 7,4 m^2 para una vaca holstein de 540 kg y de 6,0 m^2 para una vaca Jersey de 410 kg. Barberg *et al.* (2007a) observó una densidad de 8,6 ± 2,6 m^2 por vaca y Back *et al.* (2013) de 9,0 ± 2,2 m^2 por vaca, aunque cuando tuvo en cuenta el acceso al pasto, el espacio por vaca aumentó a 12,0 ± 7,6 m^2. En las condiciones de Israel, donde no utilizan material adicional, el espacio necesario por vaca incrementa entre 15-30 m^2, dependiendo de si también encontramos cama compost en el pasillo de alimentación (Klaas *et al.*, 2010).

Material adicional

La microflora del compost necesita de carbono para crecer, por lo que el material ideal para una cama compost son materiales orgánicos y finos que permitan una buena mezcla (Shane *et al.*, 2010a y 2010b). La mayoría de granjas que encontramos con cama compost están utilizando serrín o viruta seca, fina y de madera (Black *et al.*, 2013), lo que al parecer mejora la mezcla y el aireado del compost, mejorando la actividad microbiana, ya que proporcionan una mejor relación entra la superficie y el volumen que la paja o las astillas de madera (Janni *et al.*, 2007).

Si queremos reducir o no añadir material adicional a la cama tendremos que modificar la densidad o la frecuencia del aireado. En verano existe menos riesgo de que la humedad del compost no se evapore, sin embargo, en invierno es necesario incrementar el espacio por animal para reducir la cantidad de humedad y de esta forma reducir el coste del material. Aumentar la frecuencia del aireado también permite reducir el material adicional, el aireado aumenta la oxigenación y por lo tanto la actividad bacteriana, esta actividad aumenta la temperatura que seca la superficie y reduce la necesidad de añadir material adicional a la cama compost.

Bienestar de la vaca

El bienestar animal es un aspecto que preocupa cada vez más a nuestra sociedad y especialmente al sector de la producción animal. Potenciar el bienestar animal en las explotaciones significa evitar el sufrimiento innecesario de los animales y, en la medida de lo posible, dejar que expresen sus conductas naturales, pero además significa asegurar un alto nivel productivo y reducir la incidencia de patologías y lesiones.

El bienestar de los animales empieza por disponer de un ambiente adecuado (alojamiento-establo) que permita, dentro de las limitaciones productivas, que lo animales expresen su comportamiento natural, que proporcione seguridad y confianza, que no limite el acceso al comedero, al bebedero o a la zona de descanso, que no potencie las diferencias jerárquicas entre individuos del rebaño mediante agresiones, entre otros. En consecuencia, el alojamiento tiene un papel fundamental en el bienestar de las vacas lecheras ya que debe proporcionar un espacio confortable e individual de descanso al animal. Una de las claves para que una vaca produzca más es que permanezca tumbada el mayor tiempo posible, sin que ningún factor que reduzca el número de horas de descanso del animal. Un menor tiempo de descanso hace que la vaca permanezca levantada durante más tiempo y por lo tanto aumente la incidencia de cojeras, que además puede potenciarse por otros factores como suelos resbaladizos o abrasivos, factores nutricionales o fisiológicos. El tiempo que las vacas dedican a descansar y a alimentarse, actividades que están estrechamente asociadas, supone un 80% del día, por lo que un menor tiempo de descanso implicará una menor actividad en el comedero y por lo tanto de producción.

Tiempo de descanso

Los sistemas de estabulación libre, y por lo tanto los establos de cama compost, deben permitir que los animales se muevan libremente. Como se ha mencionado anteriormente, la capacidad y la libertad de acostarse y descansar son importantes para el bienestar y la producción del vacuno lechero. Las vacas lecheras pasan entre 8 y 14 horas al día tumbadas, de ahí que las características del material de la cama sean fundamentales; es

por este motivo que el tiempo de descanso se ha utilizado como un indicador de bienestar y confort, considerando que el rango óptimo para mejorar su bienestar y su producción se encuentra entre 11 y 14 horas de descanso/día. Y aunque se han utilizado diferentes índices y parámetros para evaluar el tiempo que los animales permanecen descansado, todos los estudios realizados en cama compost concluyen que este sistema de alojamiento aporta un mayor bienestar al vacuno lechero.

Durante varios meses Endres y Bargerg (2007) estudiaron la conducta del reposo y las interacciones sociales del vacuno lechero en 12 establos de cama compost. Después de monitorizar la actividad de 147 vacas y visualizar las interacciones sociales de 886 animales, llegaron a la conclusión que la cama caliente puede ser un sistema de alojamiento adecuado para el vacuno lechero, aunque el tiempo medio que los animales permanecieron tumbados fue de 9,3 ± 1,9 h/d.

Utilizando el índice de confort (*cow comfort index*, proporción de vacas tumbadas por el total de vacas) y el índice de uso de los cubículos o cama (*stall usage index*, vacas tumbadas en los cubículos o cama por las vacas que no beben ni comen) se compararon establos de cama compost con establos con cubículos (Lobeck *et al.*, 2011) y se observó que la cama compost superó el porcentaje ideal del índice de confort (85%) y tendió a tener un índice de confort (85,9%) superior a los cubículos (81,4%) y un mayor índice de uso (76,8% and 71,5%, respectivamente). Cook *et al.* (2005) incluso observó índices de confort inferiores (76%) para cubículos con colchonetas.

Eckelkamp *et al.* (2014) monitorizaron la actividad de vacas en transición que venían de un establo con cubículos y acceso al pasto, y se trasladaban a un establo de cama compost, y observaron que el tiempo que los animales permanecían tumbadas incremento en 4 horas al día en la cama compost (13,1 ± 0,5 h/d) en relación al sistema de cubículos (9,6 ±0,5 h/d). Además las vacas con cojeras clínicas (puntuación ≥ 3, escala del 1 al 5) estuvieron tumbadas 5 h/d más en la cama compost (13,1 h/d) que en el cubículo (8,0 h/d).

Esta vez utilizando el protocolo Welfare Quality® (2009) para vacuno de leche, Fernández *et al.* (2015) evaluaron dos tipos de cama caliente, compost o tradicional, ambas con serrín como material adicional. Durante dos años y de forma estacional, se evaluaron dos granjas de vacuno lechero (816 y 394 vacas lactantes por granja) donde se controlaron dos patios de cama caliente convencional y dos patios de cama compost (90 ± 14 y 66 ± 7 vacas por patio) en ambas granjas al mismo tiempo. Se evaluaron diferentes medidas de comportamiento e indicadores de salud, entre ellas el tiempo necesario para tumbarse, y en este caso no se observaron diferencias entre la cama compost (4,8 ± 0,08 segundos) y la cama caliente tradicional (4,7 ± 0,07 segundos).

Mastitis

El material orgánico de la cama compost es una fuente potencial de patógenos asociados a mastitis ambientales. El tipo y número de bacterias en el material de la cama se ha relacionado con la carga total de bacterias en la punta del pezón y con la tasa de mastitis clínica en vacas lecheras. El serrín es el principal material de cama utilizado en los establos de cama compost, y éste (junto con otros materiales de cama orgánica) contiene a menudo >10^6ufc/g de bacterias coliformes. Sin embargo, pocos estudios han aportado datos sobre la carga bacteriana de la cama compost y de la leche producida (Barberg *et al.*, 2007b, Castillejos *et al.*, 2015). Es necesario conocer la prevalencia de mastitis en este tipo de alojamientos y por lo tanto el riesgo que comporta este sistema de estabulación sobre la salud de la glándula mamaria. Un estudio reciente (Astiz *et al.*, 2013) ha demostrado que la cama compost no sólo no es perjudicial, si no que aportó beneficios a la salud de la ubre y a la producción de vacas en periodo de secado en las siguientes lactaciones.

Cama

El material orgánico en la cama de las vacas incrementa el crecimiento bacteriano, lo que se asocia a un incremento de la cantidad de bacterias en el pezón, lo que a su vez tiene una correlación directa con la incidencia de mastitis ambientales. El material inorgánico, como la arena, dificulta el crecimiento bacteriano en la cama ya que no aporta nutrientes como en el caso de los materiales orgánicos. Sin embargo, la microflora del compost necesita de una fuente de carbono para crecer, por esta razón los materiales inorgánicos no son una opción para la cama compost. El material ideal para una cama compost debe ser orgánico y fino, estar procesado a menos de 2,5 cm de largo, y ofrecer estructura, buena absorción de agua y capacidad de retención (Shane *et al.*, 2010a).

La temperatura de una cama compost está entre 40 y 50ºC, lo que permite la degradación de la mayoría de la celulosa, permitiendo reducir la altura del material orgánico de la cama y por lo tanto, incrementando el tiempo, que el estiércol pueda permanecer en el establo. Temperaturas de entre 55 y 65ºC permitirían la eliminación de la flora patógena; sin embargo, los estudios que se han realizado no han observado una reducción en la microflora de la cama (Barberg *et al.*, 2007b; Shane *et al.*, 2010a; Castillejos *et al.*, 2015). En cama compost con serrín se han observado medias de recuento de bacterias totales (RCT) de 9,1 x 10^6 ufc/mL con rangos de 2 x 10^6 - 2,2 x 10^7 ufc/mL (Barberg *et al.*, 2007b). Medias similares (9,5 x 10^6 cfu/mL) encontraron Shane *et al.* (2010a). Aunque se han llegado a encontrar medias de RCT de hasta 1,1 ± 3,3 x 10^9 cfu/mL (Castillejos *et al.*, 2015) sin encontrar diferencias entre camas calientes convencionales y camas compost. Shane *et al.* (2010a) observó que el RCT podía variar en 10^3 cfu/mL dependiendo del material de la capa. Los altos recuentos bacterianos de la cama compost acentúan la importancia de una buena rutina antes del ordeño.

En relación a las mastitis, los patógenos que se han encontrado en la cama compost de vacuno lechero en estudios descriptivos han sido coliformes (10,7%), *Streptococcus* ambiental (39,4%), *Staphylococcus* ambiental (17,4%) y *Bacillus* (32,5%) (Baberg, *et al.*, 2007a). Lobeck *et al.* (2102) no observó diferencias en coliformes, *Klebsiella, Streptococcus* ambiental, o *Straphylococcus spp* en el material de la cama entre establos de cama compost y establos con cubículos ni en verano ni invierno. Sin embargo, en los establos de cama compost se observaron recuentos menores de *Bacillus* que en los establos con cubículos. Tampoco se han observado diferencias entre la flora (coliformes totales, *E. coli*, *Klebsiella* spp, otros gram negativos, Streptococcus spp., *Streptococcus agalactiae*,) de una cama caliente convencional y la flora de una cama compost (Castillejos *et al.*, 2015).

Sin embargo, sí se observan diferencias dependiendo del material adicional de cama que se utilice en la cama compost. Shane *et al.* (2010b) al estudiar diferentes tipos de material adicional en la cama compost, observaron un gran número de coliformes en los materiales con origen en la madera (serrín, y virutas finas de pino) en comparación con materiales también orgánicos pero que no derivaban de la madera (paja de soja y mazorca). Otras especies ambientales, como *Streptococcus* y *Bacillus spp* se encontraron en todos los materiales orgánicos estudiados. Además, Janni *et al.* (2007) recomendaron no utilizar virutas o serrín verde o húmedo como material adicional a la cama compost ya que expone a los animales a una mayor población de *Klebsiella*.

Calidad de la leche y salud de la ubre

Los primeros estudios con cama compost han observado medias de recuento de células somáticas (RCS) en tanque comparables a otros alojamientos. La media de un test diario de RCS en 12 granjas con serrín o viruta en cama compost (325.000 ± 172.000 cél/ml con un rango de 88.000-658.000 cél/mL) fue comparable a la media de las granjas adscritas al DHIA (*Dariy Herd Improvement Assotiation*, 357.000 cél/ml) en Minnesota en 2005 (Barberg *et al.*, 2007b). En otros estudios descriptivos, esta vez en tres granjas con cama compost pero sin material adicional, se han observado RCS de 133.000, 214.000 y 229.000 cél/ml (Klaas *et al.*, 2010).

Sin embargo, también se ha observado que el uso de la cama compost puede reducir significativamente el RCS del tanque. Black *et al.* (2013) observó una disminución del RCS en tanque de un año a otro, después de mover a los animales de cubículos a cama compost (323.692 ± 7.301 vs. 252.859 ± 7,112 cél/ml). La RCS del tanque de tres de siete estudiados, se redujo significativamente al comparar los datos obtenidos en la cama compost con los RCS anteriores donde los animales estaban en un sistema de alojamiento distinto (Barberg *et al.*, 2007 b). Evidentemente el manejo de estas granjas antes y después de utilizar la cama compost influyó directamente en el RCS, por esta razón es complicado relacionar directamente este parámetro únicamente con el sistema de alojamiento. Sin embargo, Astiz *et al.* (2013) también observó que los animales alojados en cama compost mostraron una tendencia a reducir un 39% el RCS comparados con los animales alojados en una cama caliente con paja (96.100 ± 135.200 vs. 139.500 ± 242.600 cél/ml, *P*=0,08). Y más recientemente, Castillejos *et al.* (2015), en un estudio de dos años de duración y de forma estacional, evaluaron dos granjas de vacuno lechero (816 y 394 vacas lactantes por granja) donde se controlaron dos patios de cama caliente convencional y dos patios de cama compost (90 ± 14 y 66 ± 7 vacas por patio) en ambas granjas al mismo tiempo sin observar diferentes en los RCS de los patios (240.000 ± 173.000 cél/ml) ni en la composición de la leche, a excepción de un ligero incremento significativo de la lactosa a favor de los animales alojados en los patios de cama compost (4,91 *vs.*4,89 ± 0.008%).

En relación a la salud de la ubre, varios estudios han observado una reducción de la incidencia de mastitis clínicas en los animales alojados en cama compost. Barberg *et al.* (2007b), además de observar una reducción del RCS, también observó una disminución de las mastitis (porcentaje de vacas con RCS ≥ 200.000 cél/ml) de 35,4 hasta 27,7% después de cambiar a los animales a una cama compost. Porcentajes muy similares se observaron en un estudio más reciente (Astiz *et al.*, 2013), donde se redujo la incidencia de mastitis en los animales alojados en cama compost (22,1%) en relación a los animales alojados en cama caliente con paja (35,0%). De nuevo, un buen manejo y una buena rutina de ordeño pueden controlar el riesgo de mastitis en una granja de cama compost.

Vacas limpias

Las camas calientes convencionales se asocian a vacas más sucias y por lo tanto a más riesgo de mastitis. Mantener a los animales limpios es fundamental para reducir el riesgo de mastitis. Podemos encontrar varios estudios que han evaluado la limpieza de los animales sobre cama compost con una puntuación media-alta.

Barberg *et al.* (2007b) y Shane *et al.* (2010b) observaron una puntuación media de higiene de 2,66 y 2,65 (1=limpio y 5=muy sucia), respectivamente, en 12 granjas con cama compost y en camas compost con diferentes materiales de cama. Shane *et al.* (2010a) observaron una puntuación media de higiene un poco superior, de 3,1 en 6 granjas de cama compost. En un estudio donde se compararon granjas con cama compost y granjas con cubículos de ventilación cruzada o natural, se observó que las vacas alojados en cama compost tenían también una mayor puntación (3,18 *vs.*2,83 y 2,77; Lobeck *et al.*, 2011), las vacas más sucias se alojaban en la cama compost. Por el contrario, un estudio descriptivo más reciente (Black *et al.* 2013), ha encontrado medias más bajas (2,2 ± 0,7) al visitar 47 establos con cama compost (n=1.699 vacas).

Klaas *et al.* (2010) evaluó la limpieza de vacas en cama compost sin material adicional (sistema Israelí) observando una gran variabilidad entre granjas, de media un 51,2% de los animales tuvo una puntación de suciedad de 3 o 4 (escala en patas del 1 al 4). La granja que obtuvo una menor puntuación (25%) fue la granja donde se observaron las temperaturas más altas dentro de la cama compost.

Sin embargo, al evaluar dos camas calientes, una tradicional y la otra cama compost dentro de las mismas granjas, Fernández *et al.* (2015) no observaron diferencias en la mayoría de indicadores de bienestar evaluados (suciedad de los animales, condición corporal, alteraciones de la piel, cojeras, indicadores respiratorios, digestivos y reproductivos), únicamente se encontraron diferencias significativas en la suciedad de los pezones y del cuarto trasero superior pero su respuesta fue variando a favor de la cama compost o de la cama caliente tradicional dependiendo de la estación del año. Al contrario de lo que cabía esperar debido a la humedad del compost, en invierno, los animales alojados en cama compost, dentro de la misma granja, estaban más limpios que los animales sobre cama caliente tradicional que mostraron porcentajes más altos de suciedad en el cuarto trasero pósterior. Por el contrario, los animales compost estaban más sucios en primavera y verano, ya que mostraron porcentajes más altos de suciedad en los pezones que los animales en cama tradicional.

La interpretación de estos resultados es algo complicada ya que se han utilizado escalas diferentes. Sin embargo, podemos llegar a la siguiente conclusión: es posible mantener a los animales limpios mediante el buen manejo de la cama compost, y por lo tanto, evitando problemas de salud y calidad de la leche (Barberg *et al.*, 2007b, Klaas *et al.*, 2010, Shane *et al.*, 2010a; Shane *et al.*, 2010b, Fernández *et al.*, 2015).

Cojeras

Los sistemas de alojamiento también tienen un gran impacto sobre las patologías podales del vacuno lechero. Las cojeras se consideran un problema de bienestar y una causa importante de pérdidas económicas para la industria láctea. Los sistemas de alojamiento que utilizan hormigón o basados en cubículos inadecuados aumentan la incidencia de cojeras y lesiones del corvejón (Weary y Taszkun, 2000; Somers *et al.*, 2003). Sabemos que las cojeras influyen negativamente en la eficiencia reproductiva y productiva del vacuno lechero y son una de las causas principales de la reposición o eliminación del ganado (Sprecher *et al*, 1997). Sin embargo, pocos estudios han aportado datos sobre la prevalencia de cojeras y lesiones del corvejón (Barberg *et al.*, 2007b; Lobeck *et al.*, 2011), eficiencia reproductivo (Barberg *et al.*, 2007) y tasa de reposición (Lobeck *et al.*, 2011) en estabulación de cama compost.

Lobeck *et al.* (2011) observaron una menor incidencia de cojeras en las granjas con cama compost (4,4%) que en las granjas con cubículos de ventilación cruzada (13,1%) o ventilación natural (15,9%). Barberg *et al.* (2007b) observaron resultados similares, el 7,8% de las vacas alojadas en cama compost (n = 793 vacas) sufrieron cojeras clínicas (puntuación ≥ 3, escala del 1 al 5). También, Black *et al.* (2013) han observado prevalencias

de cojera clínica (puntuación ≥ 3, escala del 1 al 5) del 11,9% en camas compost, del que el 5% fueron cojeras graves con una puntuación de ≥4. Los porcentajes de cojeras que se han observado en cama compost son siempre inferiores a los que se encuentran en granjas con cubículos (24,6%, Espejo *et al.*, 2006) independientemente del material de la cama. Espejo *et al.* (2006) observaron una prevalencia más baja en cubículos con arena (17,1%) que en cubículos con colchonetas (27,9%). También Cook (2003) observó menos cojeras en granjas con cubículos de arena (16.5% en verano y 18,9% en invierno) en comparación con granjas con colchones (24.4% en verano y 26,9% en invierno). Sin embargo, no se han observado diferencias en la incidencia de cojeras entre una cama caliente tradicional con serrín (10,8%) que se limpiaba mensualmente y una cama caliente compost (13,4%) donde también se añadía serrín (Fernández *et al.*, 2015).

Producción y economía

Estudios recientes han demostrado que la cama compost no sólo no es perjudicial, si no que benefició la salud y la producción de vacas en periodo de secado en las siguientes lactaciones (Astiz *et al.*, 2013). Se observó un incremento de la producción durante los 100 primeros días de lactación de un 6,8% en los animales alojados en la cama compost (3.778 ± 887 l/100 DEL) respecto a los animales alojados en la cama caliente tradicional con paja (3.538 ± 991 l/100 DEL) y de la producción por días en leche (38,38 ± 7,3 *vs*. 36,70 ± 7,5 l/d).

Otros estudios han observado un incremento en la producción. Black *et al.* (2013) analizó los datos de 34 establos que habían transformado sus sistemas de alojamiento en una cama compost, observando que respecto a los datos recogidos 12 meses antes de la cama compost (29,3 ± 0,3 kg) la producción de leche había incrementado después 24 meses (30,7±0,3 kg) utilizando la cama compost. En este estudio también se observó una reducción del intervalo entre partos (14,3 ± 0,1 *vs.*13,7 ± 0,1) y de los días abiertos (173,0 ± 3,5 *vs.*153,4 ± 3,4 días) después de trasladar a los animales a un establo de cama compost.

La cama compost nos permite reducir la inversión en la granja si la comparamos con un sistema de alojamiento en cubículo, aunque es necesario disponer de más espacio. Construir un establo de cama compost puede costar desde 463 ± 181 € por vaca, sin pasillo de alimentación, hasta 988 ± 383 por vaca, con pasillo de alimentación (Black *et al.*, 2013). Si comparamos tres sistemas de alojamiento, cubículos con colchoneta (1.850€), cubículos con arena (1.700€) y cama compost (1.000€), la cama compost es un 46% o 850€ más barata que los cubículos con colchonetas y un 41% o 700€ que los cubículos con tierra por vaca.

También hay que tener en cuenta que una menor prevalencia de cojeras y mastitis, una reducción del RCS, una mejora de la producción y de algunos parámetros reproductivos son parte del beneficio económico del sistema de alojamiento en cama compost. Sin embargo, el coste del material adicional para la cama compost puede ser elevado, entre 0,33 y 0,80 € por vaca día (Barberg *et al.*, 2007b), dependiendo del origen del material y de su transporte. Black *et al.* (2013) sugiere que aunque el coste de inversión es menor que en los cubículos, el coste asociado al material adicional de la cama es mucho más elevado. Sin embargo, estos costes adicionales pueden ajustarse con un buen manejo del compost. Como se ha mencionado anteriormente, podemos reducir la cantidad necesaria de material adicional a la cama si reducimos la densidad de los animales para reducir la cantidad de humedad que recibe el compost y/o aumentando la frecuencia del aireado para aumentar la oxigenación, la actividad bacteriana y la temperatura del compost.

Puntos clave para el éxito de la cama compost

1. El factor más importante para tener éxito utilizando la cama caliente es su manejo. Para obtener buenos resultados con este sistema de alojamiento es fundamental ser contante y mantener un buen manejo de los establos
2. Usar un material adicional de cama fino, serrín o virutas de madera secas
3. Airear la cama caliente dos veces al día a una profundidad adecuada (25 cm) para oxigenar el compost es fundamental para mantener su actividad microbiana y secar la superficie
4. Ventilar si fuera necesario para eliminar la humedad de la cama compost
5. La densidad de los animales es crucial, ya que la cama compost tiene que ser capaz de absorber la humedad que generan los animales para no afectar la actividad microbiana del compost. Una menor densidad, reduce la necesidad de material adicional
6. Una buena rutina de ordeño es un factor crítico en estos sistemas de estabulación

Conclusión

Los datos de los que disponemos hasta el momento, nos permiten establecer que actualmente la cama compost es un sistema de alojamiento adecuado para el vacuno lechero. Sin embargo, al igual que otros sistemas, para obtener buenos resultados del uso de la cama compost será necesario llevar a cabo un buen manejo de la cama. Y no olvidar, que las circunstancias de cada establo con cama compost, dependiendo de su diseño y manejo, pueden variar considerablemente, al igual que la solución a su problema.

Referencias

Astiz, S., F. Sebastian, O. Fargas, M. Fernández, and E. Calvet.2014.Enhanced udder health and milk yield of dairy cattle on compost bedding systems during the dry period: A comparative study (Short communication). Livest. Sci. 159:161-164.

Black, R. A., J. L. Taraba, G. B. Day, F. A. Damasceno, and J. M. Bewley. 2013. Compost bedded pack dairy barn management, performance, and producer satisfaction. J. Dairy Sci. 96:8060-8074

Black, R. A., J. L. Taraba, G. B. Day, F. A. Damasceno, M. C. Newman, N. A. Akers, C. L. Wood, K. J. mcQuerry, and J. M. Bewley. 2014. The relationship between compost bedded pack performance, management, and bacterial counts. J. Dairy Sci. 97:2669-2679

Barberg, A.E., M.I. Endres, and K.A. Janni. 2007a. Dairy compost barns in Minnesota: a descriptive study. Appl. Eng. Agric. 23:231-238.

Barberg, A. E., M. I. Endres, J. A. Salfer, and J. K. Reneau. 2007b. Performance and Welfare of Dairy Cows in an Alternative Housing System in Minnesota. J. Dairy Sci. 90:1575-1583.

Castillejos, L., M. Rodríguez, A. Siurana, and S. Calsamiglia. 2015. Compost bedded pack on bacterial counts and milk composition in lactating dairy cows. J. Dairy Sci. (Abstr., in press)

Cook, N. B. 2003. Prevalence of lameness among dairy cattle in Wisconsin as a function of housing type and stall surface. J. Am. Vet. Med. Assoc. 223:1324-1328.

Cook, N.B., T.B. Bennet, and K. V. Nordlund. Burgi. 2005. Monitoring indices of cow comfort in free-stall-housed dairy herds. J. Dairy Sci. 88:3876-3885.

Cook, N.B., R.L. Mentik, T.B. Bennet, and K. Burgi. 2007. The effect of heat stress and lameness on the time budgets of lactating dairy cows. J. Dairy Sci.90:1674-1682.

Eckelkamp, E. A., C. N. Gravatte, C. O. coombs, and J. M. Bewley. 2014. Characterization of lying behavior in dairy cows transitioning from a freestall barn with pasture access to a compost bedded pack barn without pasture access. The Professional Animal Scientist 30:109-113.

Endres, M.I. and A.E. Barberg. 2007. Behavior of dairy cows in an alternative beddedpack housing system. J. Dairy Sci.90:4192-4200.

Espejo, L.A., M.I. Endres, and J. A. Salfer. 2006. Prevalence of lameness in highproducing holstein cows housed in freestall barns in Minnesota. J. Dairy Sci. 89:3052-3058.

Fernández, A., E. Mainau, X. Manteca, C. Sol, and L. Castillejos. 2015. Differences in cow comfort between traditional bedded pack and compost bedded pack for dairy housing systems. J. Dairy Sci. (Abstr., in press)

Janni, K.A., M.I. Endres, J.K. Reneau, and W.W. Schoper. 2007. Compost dairy barn layout and management recommendations. Appl. Eng. Agric. 23:97-102.

Klaas, I. C., B. S. Bjerg, S. Friedmann, and D. Bar. 2010. Cultivated barns for dairy cows: An option to promote cattle welfare and environmental protection in Denmark? Dansk Veterinartidsskrift. 93:20–29.

Lobeck, K. M., M.I. Endres, E. M. Shane, S. M. Godden, and J. Fetrow. 2011. Animal welfare in cross-ventilated, compost-bedded pack, and naturally ventilated dairy barns in the upper Midwest. J. Dairy Sci. 94:5469-5479.

Lobeck, K. M., M. I. Endres, K. A. Janni, S. M. Godden, and J. Fetrow. 2012. Environmental characteristics and bacterial counts in bedding and milk bulk tank of low profile cross-ventilated, naturally ventilated, and compost bedded pack dairy barns. Appl. Eng. Agric. 28:117-128.

Shane, E. M., M. I. Endres, and K. A. Janni. 2010a. Alternative bedding materials for compost bedded pack barns in Minnesota: A descriptive study. Appl. Eng. Agric.26:465-473.

Shane, E. M., M. I. Endres, D.G. Johnson, and J. K. Reneau. 2010b. Bedding options for an alternative housing system for dairy cows: A descriptive study. Appl. Eng. Agric. 26:659-666.

Shane, E. M., M. I. Endres, M. P. Russelle, C. J. Rosen, and D. G. Johnson. 2011. Compost: A potential value-added product for dairy operations? Appl. Eng. Agric. 27:225-233.

Somers, J. G. C. J., K. Frankena, E. N. Noordhuizen-Stassen, and J. H. M. Metz. 2003. Prevalence of claw disorders in Dutch dairy cows exposed to gravel floor systems. J. Dairy Sci. 86:2082-2093.

Sprecher D.J., D. E. Hostetler, and J. B. Kaneene. 1997. A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. Theriogenoly 57:1179-1187.

Weary, D. M., and I. Taszkun. 2000. Hock lesions and free-stall design. J. Dairy Sci. 83:697-702.

Welfare Quality® (2009). Welfare Quality® assessment protocol for cattle. Welfare Quality® Consortium, Lelystad, Netherlands.

EVIDENCE-BASED THERAPY OF COLIFORM MASTITIS

Dra. Sarah Wagner
DVM, PhD, DACVCP
Department of Animal Sciences, North Dakota State University, USA

Introduction

In the United States and in Europe, coliform organisms are a common cause of intramammary infection leading to clinical and subclinical mastitis in dairy cows. Within the last 10 years, studies in the United Kingdom and France have identified *Escherichia coli* as the causative organism found in 19.8% of 480 and 16% of 1770 microbial cultures performed on milk from clinical and subclinical cases of mastitis. [1,2] *Klebsiella* is another coliform bacterial organism that can cause intramammary infection in dairy cows, but it is less prevalent than *E. coli.*

Mastitis due to infection with *E. coli* may be subclinical or clinical; when clinical signs are observed, they may be mild, moderate or severe. Severe cases of mastitis may result in death, culling or a loss of function of the affected quarter(s). Although some researchers have presented evidence that cure rates for mild or moderate cases of mastitis due to Gram-negative pathogens are unaffected by antimicrobial drug treatment, there is also evidence that untreated cases of mastitis due to Gram-negative pathogens may persist.[3,4] The possibility of chronicity or recurrence in subclinical or milder cases, combined with the possibility of death or serious harm due to clinically severe disease, make the treatment of mastitis due to infections with Gram-negative bacteria desirable. Because intramammary infection with *E. coli* is more common and more responsive to therapy than infection with *Klebsiella* species, and because there is more published research about the treatment of mastitis due to *E. coli*, this presentation is focused primarily on infection with *E. coli*. In addition, research evidence published within the last 20 years is considered most valid by the author.

Antimicrobial Drugs: Intramammary Treatment

As mentioned above, mild or moderate cases of mastitis due to *E.coli* (cases in which the cow is not systemically ill) may or may not be treated at all; if the cow is treated, a properly selected antimicrobial drug administered by the intramammary route is likely to be sufficient.

In the United States, a 3rd generation cephalosporin drug, ceftiofur, is approved for intramammary treatment of mastitis due to *E. coli*, and has demonstrated improved cure rates compared to untreated controls in cows with clinical mastitis of mild or moderate severity due to *E. coli* or *Klebsiella* infection.[5] For intramammary administration of other beta-lactam drugs and macrolide drugs, published evidence of efficacy against Gram-negative infections is lacking.

Antimicrobial Drugs: Systemic Treatment

In severe cases of clinical coliform mastitis, it is prudent to institute systemic antimicrobial drug treatment, as this clinical presentation is associated with bacteremia.[6] For this application, the best available evidence of efficacy is for 3rd generation cephalosporin drugs and fluoroquinolone drugs. In a study evaluating the systemic use of the 3rd generation cephalosporin drug ceftiofur for 5 days in cows with naturally-occurring mastitis due to *E. coli* or *Klebsiella*, cows treated with the drug were at reduced risk of culling when compared to cows that were not treated with ceftiofur.[7] Among the fluoroquinolones, enrofloxacin and danofloxacin have been evaluated as treatments for intramammary infection induced with *E. coli* and for naturally-occurring severe mastitis. Although these drugs do seem to increase the rate of clearance of bacteria from the mammary gland[8], clear improvements in cure rate and cow survival in naturally-occurring severe mastitis have not been observed, and cure rates in fluroroquinolone-treated cows may actually be worse than in untreated controls.[9]

Anti-Inflammatory Drug Treatment

Steroidal and non-steroidal anti-inflammatory drugs have been investigated for the treatment of coliform mastitis, mostly in challenge studies using bacteria or bacterial toxins. Although no studies have shown a detrimental effect on outcomes when anti-inflammatory drugs are used to treat challenged cows, in most cases there have not been clear improvements in cure rates, either. However, these drugs do appear to improve the clinical signs of inflammation, and in the case of non-steroidal agents, fever may also be reduced.[10] Because anti-inflammatory drugs do not have a negative effect on treatment outcomes, and because there is mounting evidence that mastitis causes pain in cows and that non-steroidal anti-inflammatory drugs relieve pain in cows,[11] for humane reasons these drugs must be included as part of the treatment plane for cows with severe mastitis, and they are likely to also benefit cows with mastitis that is not severe.

Other Therapies

Dehydrated cows with endotoxic mastitis have a poorer prognosis than those with better hydration status. [12] Unfortunately, randomized, controlled clinical studies evaluating the effects of fluid therapy in cows with mastitis are not available. In the absence of evidence, it can be presumed that fluid therapy in dehydrated cows with mastitis is unlikely to cause harm and may be beneficial. If the intravenous administration of large volumes of fluid is impractical in an on-farm situation, a combination of concurrent intravenous hypertonic saline solution and hypotonic oral fluids may be safely used.[13]

In addition, coliform mastitis is associated with hypocalcemia.[14] The effects of treating cows with coliform mastitis with calcium-containing solutions have not been evaluated, but may be beneficial.

Conclusions

Given that mastitis due to intramammary infection with coliform bacteria is common, may become chronic , and can have devastating consequences, it is unfortunate that there is still no well-studied therapy with strong evidence of improving the outcomes in cows affected by mastitis caused by *Escherichia coli* and *Klebsiella* species. The weakness of the evidence for benefit of antimicrobial drug therapy in such cows must be weighed against the possibility of bacteremia in severe cases, along the ethical questions surrounding frequent use of drugs belonging to classes

commonly used in human medicine such as fluorquonilones (which are prohibited from use for the treatment of mastitis in dairy cows in the US) and 3rd generation cephalosporins. The evidence suggests that among antimicrobial drugs, 3rd generation cephalosproins are the most likely to improve outcomes, whether used IMM in milder cases or systemically in more severe cases.

Antimicrobial drug therapy may be supplemented with other treatments. Anti-inflammatory therapy is supported by evidence that it does not have a negative effect on outcomes and can benefit the affected cow's well-being and alleviate pain. In addition, although published evidence based on clinical research is lacking, fluid therapy and treatment of electrolyte deficiencies are also likely to be beneficial to cows affected with mastitis due to intramammary infection with coliform batceria.

Further Reading

A recently published, more comprehensive review of the nature of coliform mastitis in dairy cows and evidence about treatments, particularly with antimicrobial drugs, is: Suojala, L., Kaartinen, L., & Pyörälä, S. (2013). Treatment for bovine *Escherichia coli* mastitis–an evidence based approach. Journal of veterinary pharmacology and therapeutics, 36(6), 521-531.

References

Bradley, AJ, Leach, KA, Breen, J.E. Green, LE and Green, MJ. (2007). Survey of the incidence and aetiology of mastitis on dairy farms in England and Wales. *Veterinary Record* 160 pp. 253–258

Botrel, M. A., Haenni, M., Morignat, E., Sulpice, P., Madec, J. Y., & Calavas, D. (2010). Distribution and antimicrobial resistance of clinical and subclinical mastitis pathogens in dairy cows in Rhone-Alpes, France. *Foodborne pathogens and disease*, 7(5), 479-487.

Wilson, D. J., Gonzalez, R. N., Case, K. L., Garrison, L. L., & Groöhn, Y. T. (1999). Comparison of seven antibiotic treatments with no treatment for bacteriological efficacy against bovine mastitis pathogens. *Journal of dairy science*, 82(8), 1664-1670.

Döpfer, D., Barkema, H. W., Lam, T. J. G. M., Schukken, Y. H., & Gaastra, W. (1999). Recurrent clinical mastitis caused by Escherichia coli in dairy cows. *Journal of dairy science*, 82(1), 80-85.

Schukken, Y. H., Bennett, G. J., Zurakowski, M. J., Sharkey, H. L., Rauch, B. J., Thomas, M. J., ... & Zadoks, R. N. (2011). Randomized clinical trial to evaluate the efficacy of a 5-day ceftiofur hydrochloride intramammary treatment on nonsevere gram-negative clinical mastitis. *Journal of Dairy Science*, 94(12), 6203-6215.

Wenz, J., Barrington, G., Garry, F., McSweeney, K., Dinsmore, R., Goodell,G. & Callan, R. (2001) Bacteremia associated with naturally occurring acute coliform mastitis in dairy cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 219, 976–981.

Erskine, R., Bartlett, P., VanLente, J. & Phipps, R. (2002) Efficacy of systemic ceftiofur as a therapy for severe clinical mastitis in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 85, 2571–2575.

Rantala, M., Kaartinen, L., Valimaki, E., Stryrman, M., Hiekkaranta, M., Niemi, A., Saari, L. & Pyorala, S. (2002) Efficacy and pharmacokinetics of enrofloxacin and flunixin meglumine for treatment of cows with experimentally induced Escherichia coli mastitis. *Journal of Veterinary*

Pharmacology and Therapeutics, 25, 251–258.

Suojala, L., Simojoki, H., Mustonen, K., Kaartinen, L. & Pyorala, S. (2010) Efficacy of enrofloxacin in the treatment of naturally occurring acute clinical Escherichia coli mastitis. *Journal of Dairy Science*, 93, 1960–1969.

Fitzpatrick, C. E., Chapinal, N., Petersson-Wolfe, C. S., DeVries, T. J., Kelton, D. F., Duffield, T. F., & Leslie, K. E. (2013). The effect of meloxicam on pain sensitivity, rumination time, and clinical signs in dairy cows with endotoxin-induced clinical mastitis. *Journal of Dairy Science*, 96(5), 2847-2856.

Leslie, K. E., & Petersson-Wolfe, C. S. (2012). Assessment and management of pain in dairy cows with clinical mastitis. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 28(2), 289-305.

Green, M. J., Cripps, P. J., & Green, L. E. (1998). Prognostic indicators for toxic mastitis in dairy cows. *The Veterinary Record*, 143(5), 127-130.

Morin, D. E. (2004). Beyond Antibiotics–What Else Can We Do?. *Proceedings of the Annual Meeting of the National Mastitis Council* (pp. 13-23).

Wenz, J., Barrington, G., Garry, F., McSweeney, K., Dinsmore, R., Goodell, G. & Callan, R. (2001) Bacteremia associated with naturally occurring acute coliform mastitis in dairy cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 219, 976–981.

TRADUCCIÓN AL CASTELLANO ▼

Tratamiento basado en la evidencia frente a la mastitis coliforme

Dra. Sarah Wagner
DVM, PhD, DACVCP
Departamento de Ciencia Animal, Universidad Estatal del Dakota del Norte, Estados Unidos

Introducción

En Estados Unidos y Europa, los organismos coliformes son una causa frecuente de infecciones intramamarias que conducen a mastitis clínica o subclínica en las vacas lecheras. En los últimos 10 años, los estudios realizados en Reino Unido y Francia han identificado *Escherichia coli* como el organismo causante encontrado en el 19,8% de 480 y en el 16% de 1770 cultivos microbianos realizados en la leche extraída de casos de mastitis clínica y subclínica.[1, 2] *Klebsiella* es otra bacteria coliforme que puede provocar infecciones intramamarias en vacas lecheras, pero es menos prevalente que *E. coli*.

Mastitis originada por una infección por *E. coli* puede ser clínica o subclínica; cuando se observan signos clínicos, pueden ser leves, moderados o graves. Los casos graves de mastitis pueden provocar la muerte, desecho o pérdida de la función de los cuarterones afectados. Aunque algunos investigadores han presentado pruebas de que las tasas de curación de los casos leves o moderados de mastitis provocados por patógenos Gram-negativos no se ven afectadas por el tratamiento farmacológico antimicrobiano, también hay evidencias de que los casos no tratados de mastitis causada por patógenos Gram-negativos pueden persistir.[3, 4] La posibilidad de cronicidad o reaparición en los casos subclínicos o más leves, unida a la posibilidad de muerte o daños graves en las enfermedades clínicas graves, hacen que el tratamiento de mastitis causada por infecciones por bacterias Gram-negativas esté indicado. Dado que la infección intramamaria por *E. coli* es más frecuente y más sensible al tratamiento que las infecciones por las especies de *Klebsiella*, y que hay más investigaciones publicadas sobre el tratamiento de mastitis provocada por *E. coli*, esta presentación se centra principalmente en la infección por *E. coli*. Además, la autora considera las evidencias científicas publicadas en los últimos 20 años como las más válidas.

Fármacos antimicrobianos: tratamiento intramamario

Como se ha mencionado anteriormente, los casos leves o moderados de mastitis por *E. coli* (casos en los que la vaca no esté enferma a nivel sistémico) pueden ser tratados o no; si la vaca es tratada, probablemente sea suficiente un fármaco antimicrobiano correctamente seleccionado, administrado por vía intramamaria.

En Estados Unidos, las cefalosporinas de tercera generación, ceftiofur, se han aprobado como tratamiento intramamario de mastitis por *E. coli*, y han demostrado tasas de curación mejoradas en comparación con el grupo control no tratado en vacas con mastitis clínica de gravedad leve o moderada causada por infecciones por *E. coli* o *Klebsiella*.[5] Para la administración intramamaria de otros betalactámicos o macrólidos, se echa en falta evidencia publicada sobre su eficacia contra infecciones Gram-negativas.

Fármacos antimicrobianos: tratamiento sistémico

En los casos graves de mastitis coliforme clínica, es prudente establecer un tratamiento farmacológico antimicrobiano sistémico, ya que esta presentación clínica se asocia con la bacteriemia.[6] Para esta aplicación, la mejor evidencia disponible sobre su eficacia es la de las cefalosporinas de tercera generación y de las fluoroquinolonas. En un estudio que evaluaba el uso sistémico de cefalosporinas de tercera generación (ceftiofur) durante 5 días en vacas con mastitis de origen natural debida a *E. coli* o *Klebsiella*, las vacas tratadas con el medicamento tenían un menor riesgo de desecho en comparación con las vacas no tratadas con ceftiofur.[7] Las fluoroquinolonas, la enrofloxacina y la danofloxacina se han evaluado como tratamientos para las infecciones intramamarias provocadas por *E. coli* y para las mastitis graves de origen natural. Aunque estos fármacos parecen aumentar la tasa de eliminación de las bacterias de la glándula mamaria[8], no se han observado claras mejorías en la tasa de curación y supervivencia de las vacas con mastitis grave de origen natural y, de hecho, las tasas de curación de las vacas tratadas con fluoroquinolonas pueden ser peores que las de los controles no tratados.[9]

Tratamiento con antiinflamatorios

Los antiinflamatorios esteroideos y no esteroideos se han investigado para el tratamiento de mastitis coliforme, principalmente en estudios de inoculación experimental, utilizando bacterias o toxinas bacterianas. Aunque ningún estudio ha mostrado un efecto perjudicial en los resultados cuando se han utilizado antiinflamatorios para tratar las vacas inoculadas, en la mayoría de los casos tampoco se han observado claras mejoras en las tasas de curación. No obstante, estos fármacos sí parecen mejorar los signos clínicos de inflamación y, en el caso de los agentes no esteroideos, pueden reducir la fiebre también.[10] Dado que los antiinflamatorios no tienen un efecto negativo sobre los resultados del tratamiento, y ya que existe amplia evidencia de que mastitis causa dolor en las vacas y que los antiinflamatorios no esteroideos alivian el dolor en las vacas,[11] por razones humanitarias, estos medicamentos deben incluirse como parte del plano del tratamiento para las vacas con mastitis graves, y probablemente también beneficien a las vacas con mastitis menos graves.

Otros tratamientos

Las vacas deshidratadas con mastitis endotóxica tienen un pronóstico peor que aquellas con un mejor estado de hidratación.[12] Lamentablemente, no hay estudios clínicos controlados aleatorios que evalúen los efectos de la fluidoterapia en las vacas con mastitis. Ante la falta de evidencias, se puede suponer que la fluidoterapia en vacas deshidratadas con mastitis probablemente no cause daños y sea beneficiosa. Si la administración intravenosa de grandes volúmenes de líquido no es práctica en una situación en granja, se puede utilizar con seguridad una combinación de una solución salina hipertónica intravenosa y líquidos hipotónicos orales, simultáneamente.[13]

Además, la mastitis coliforme se relaciona con hipocalcemia.[14] No se han evaluado los efectos de tratar las vacas con mastitis coliforme con soluciones que contengan calcio, pero pueden ser beneficiosas.

Conclusiones

Dado que la mastitis coliformes es frecuente, puede hacerse crónica y puede tener consecuencias devastadoras, es lamentable que todavía no haya tratamientos bien estudiados con evidencias importantes sobre sus resultados en las vacas afectadas por mastitis causada por *Escherichia coli* y especies de *Klebsiella*. La debilidad de la evidencia del beneficio del tratamiento farmacológico antimicrobiano en estas vacas se debe sopesar contra la posibilidad de bacteriemia en los casos graves, junto con las cuestiones éticas sobre el uso frecuente de las clases de medicamentos utilizados comúnmente en medicina humana, como las fluoroquinolonas (cuyo uso está prohibido en el tratamiento de mastitis en vacas lecheras en Estados Unidos) y las cefalosporinas de tercera generación. La evidencia sugiere que, de entre los fármacos antimicrobianos, las cefalosporinas de tercera generación son las que tienen más probabilidades de mejorar los resultados, ya se utilicen por vía intramamaria en los casos más leves o de manera sistémica en los casos más graves.

El tratamiento farmacológico antimicrobiano se puede complementar con otros tratamientos. La evidencia refleja que el tratamiento con antiinflamatorios no tiene un efecto negativo en los resultados y puede beneficiar el bienestar de la vaca afectada y aliviar el dolor. Además, aunque faltan pruebas publicadas basadas en investigaciones clínicas, la fluidoterapia y el tratamiento de las deficiencias de electrolitos probablemente también sean beneficiosos para las vacas afectadas por mastitis causada por una infección intramamaria por bacterias coliformes.

Lectura adicional

Una revisión más completa, publicada recientemente, sobre la naturaleza de las mastitis coliformes en las vacas lecheras y con evidencias sobre los tratamientos, especialmente con medicamentos antimicrobianos, es: Suojala, L., Kaartinen, L., y Pyörälä, S. (2013). Treatment for bovine *Escherichia coli* mastitis–an evidence based approach. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 36(6), 521-531.

Referencias

Bradley, AJ, Leach, KA, Breen, J.E. Green, LE and Green, MJ. (2007). Survey of the incidence and aetiology of mastitis on dairy farms in England and Wales. *Veterinary Record* 160 pp. 253–258

Botrel, M. A., Haenni, M., Morignat, E., Sulpice, P., Madec, J. Y., & Calavas, D. (2010). Distribution and antimicrobial resistance of clinical and subclinical mastitis pathogens in dairy cows in Rhone-Alpes, France. *Foodborne pathogens and disease*, 7(5), 479-487.

Wilson, D. J., Gonzalez, R. N., Case, K. L., Garrison, L. L., & Groöhn, Y. T. (1999). Comparison of seven antibiotic treatments with no treatment for bacteriological efficacy against bovine mastitis pathogens. *Journal of dairy science*, 82(8), 1664-1670.

Döpfer, D., Barkema, H. W., Lam, T. J. G. M., Schukken, Y. H., & Gaastra, W. (1999). Recurrent clinical mastitis caused by Escherichia coli in dairy cows. *Journal of dairy science*, 82(1), 80-85.

Schukken, Y. H., Bennett, G. J., Zurakowski, M. J., Sharkey, H. L., Rauch, B. J., Thomas, M. J., ... & Zadoks, R. N. (2011). Randomized clinical trial to evaluate the efficacy of a 5-day ceftiofur hydrochloride intramammary treatment on nonsevere gram-negative clinical mastitis. *Journal of Dairy Science*, 94(12), 6203-6215.

Wenz, J., Barrington, G., Garry, F., McSweeney, K., Dinsmore, R., Goodell,G. & Callan, R. (2001) Bacteremia associated with naturally occurring acute coliform mastitis in dairy cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 219, 976–981.

Erskine, R., Bartlett, P., VanLente, J. & Phipps, R. (2002) Efficacy of systemic ceftiofur as a therapy for severe clinical mastitis in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 85, 2571–2575.

Rantala, M., Kaartinen, L., Valimaki, E., Stryrman, M., Hiekkaranta, M., Niemi, A., Saari, L. & Pyorala, S. (2002) Efficacy and pharmacokinetics of enrofloxacin and flunixin meglumine for treatment of cows with experimentally induced Escherichia coli mastitis. *Journal of Veterinary*

Pharmacology and Therapeutics, 25, 251–258.

Suojala, L., Simojoki, H., Mustonen, K., Kaartinen, L. & Pyorala, S. (2010) Efficacy of enrofloxacin in the treatment of naturally occurring acute clinical Escherichia coli mastitis. *Journal of Dairy Science*, 93, 1960–1969.

Fitzpatrick, C. E., Chapinal, N., Petersson-Wolfe, C. S., DeVries, T. J., Kelton, D. F., Duffield, T. F., & Leslie, K. E. (2013). The effect of meloxicam on pain sensitivity, rumination time, and clinical signs in dairy cows with endotoxin-induced clinical mastitis. *Journal of Dairy Science*, 96(5), 2847-2856.

Leslie, K. E., & Petersson-Wolfe, C. S. (2012). Assessment and management of pain in dairy cows with clinical mastitis. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 28(2), 289-305.

Green, M. J., Cripps, P. J., & Green, L. E. (1998). Prognostic indicators for toxic mastitis in dairy cows. *The Veterinary Record*, 143(5), 127-130.

Morin, D. E. (2004). Beyond Antibiotics-What Else Can We Do?. *Proceedings of the Annual Meeting of the National Mastitis Council* (pp. 13-23).

Wenz, J., Barrington, G., Garry, F., McSweeney, K., Dinsmore, R., Goodell, G. & Callan, R. (2001) Bacteremia associated with naturally occurring acute coliform mastitis in dairy cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 219, 976–981.

EPIDEMIOLOGÍA Y PATOGÉNESIS DE *STREPTOCOCCUS UBERIS*

Dr. Raúl A. Almeida
Departamento de Producción Animal
The University of Tennessee, Knoxville, Tennessee, USA

Epidemiología

La desinfección post-ordeño de los pezones, detección y tratamiento precoz de las mastitis clínicas, eliminación de vacas con mastitis crónicas y tratamiento con antibióticos al secado, son métodos de uso muy frecuente en fincas lecheras y muy efectivos para el control del patógenos contagiosos tales como *Streptoccocus agalacatiae* y *Staphyloccocus aureus.*

No obstante, el uso de estos métodos ha causado un progresivo vaciamiento del nicho microbiológico ocupado por estos patógenos contagiosos, que sumado al efecto marginal de las mencionadas medidas de control sobre los patógenos mamarios del medio ambiente (Leigh, 1999), ha determinado la expansión de la microbiota compuesta por bacterias del medio ambiente en las aéreas donde habita el ganado lechero.

Una consecuencia directa de este fenómeno ha sido el aumento de la prevalencia de las mastitis ambientales y la emergencia de patógenos ambientales de la familias Streptococcaceae y Enterobacteriaceae. Entre las Enterobacteriaceae, una de las especies más prevalente es *Escherichia coli*, mientras que *Streptococcus uberis* es quizás, el más frecuentemente detectado entre las Streptococcaceae (Puektes, *et al.*, 2001). Debido al efecto marginal de las medidas de control utilizadas para controlar patógenos contagiosos (Leigh, 1999), éste se ha transformado en una causa muy frecuente de mastitis, particularmente en aquellos rebaños lecheros con buen manejo y que han controlado exitosamente las mastitis causadas por *S. agalactiae*. Es por esto que *S. uberis* se ha transformado en los últimas décadas, en uno de los problemas más importantes de las explotaciones lecheras con buen manejo en la sala de ordeño(Todhunter *et al.*, 1994).

Las investigaciones iniciales sobre la epidemiología de este patógeno, indican que las infecciones intramamarias (IM) causadas por *S. uberis,* se producen a través del contacto de la punta y del esfínter del pezón con elementos contaminados del ambiente de la vaca (Jayarao *et al.*, 1999; Kromker *et al.*, 2014). Es por esto que dentro de los factores predisponentes para mastitis causadas por *S. uberis,* (u otros patógenos ambientales), se encuentran todos aquéllos que promueven la persistencia de esta bacteria en el medio ambiente donde habita la vaca. Entre ellos, el material de cama o pastos contaminados, la pobre ventilación en los establos, el exceso de agua y/o exageradas cantidades de basura en el corral de encierro, las parideras contaminadas, excesivo acumulación barro y/o agua a las salida de la sala de ordeno, falta de medidas de manejo que prevengan que la vaca se eche dentro la primer hora post-ordeño, y pobre eficacia de la desinfecciónón de pezones post-ordeño son los factores más comunes dentro de las causas predisponentes para la IM causada por este patógeno.

Estudios sobre la susceptibilidad a este patógeno, indican que son más propensas vacas con mayor número de lactaciones (Jayarao y Oliver, 1999), siendo la incidencia más alta dentro del 1er mes postparto, y sin existir diferencia en vacas entre 31 y 150 días en lactación (DEL). No obstante, en vacas de más de 4 lactaciones, la incidencia es más alta pasando los 150 DEL (Oliver *et al.*, 1999). En referencia al período dentro del ciclo y número de lactaciones, durante el período seco las IM causadas por *S. uberis* son 5,5 veces más frecuentes en vacas de primer parto, que en vacas multíparas (Hogan and Smith, 1997).

Referente a las estaciones del año donde se observa más frecuencia de IM por *S. uberis*, su prevalencia es más alta durante invierno, primavera y el verano en vacas en lactación, mientras que en vacas secas, la prevalencia es más alta los meses de otoño e invierno. Además, se ha notado que lo períodos donde la incidencia de la infección es más alta es al periparto, y durante el inicio y final de la lactación.

Con relación a la dinámica de la infección, la duración media es 12 días con un rango que se extiende entre 1 y 370 días. El 41% de las infecciones duran menos de 8 días, el 15% más de 90 días, y en el 46% de los casos la infección es eliminada por el animal (curación espontánea). Además, la duración de la infección es más corta en aquéllas que inician como caso clínico, que en aquellos casos que evolucionan como mastitis subclínica. No obstante, el 50% de los casos se inician durante el periodo seco (Hogan y Smith, 1997; Bradley y Green, 2001). De esta y otras observaciones, se desprende el concepto que *S. uberis* puede causar infecciones de relativa corta duración o casos que se transforman en infecciones persistentes que recrudecen durante la lactación y se extienden por varias lactaciones. Esta observación originó el concepto de que existen cepas de *S. uberis* con comportamientos muy diferentes.

Pero no fue hasta la utilización de métodos de tipificación genética de las cepas aisladas y el estudio de la patogenia a nivel celular que comenzamos a entender estas diferencias entre cepas. En uno de los estudios unciales donde se utilizaron técnicas de tipificación genética de cepas aisladas del medio ambiente y de casos de mastitis, se sugirió que además del contagio desde el medio ambiente, ciertas cepas serían transmitidas durante el ordeño por el contacto con leche contaminada, tal y como se describe como típico para los patógenos mamarios contagiosos (Phuektes *et al.*, 2001; Rato *et al.*, 2007; Tassi, *et al.*, 2013). Estudios pósteriores sugieren, además, la existencia de poblaciones de *S. uberis* altamente heterogéneas en una misma explotación (Rato *et al.*, 2007, Tassi, *et al.*, 2013). Se ha comunicado que, dentro de estas poblaciones, se encuentran cepas dominantes que son capaces de captar elementos genéticos de otras cepas, aumentando así, su capacidad de adaptación a la ubre, y por lo tanto, su patogenicidad (Haenni *et al.*, 2010)

De tal forma, estos estudios aportan una nueva clasificación para *S. uberis*, dividiéndolo en cepas adaptadas y no adaptadas al hospedador (Tassi *et al.*, 2013), teniendo cada una de estas características propias respecto a la dinámica de la infección, susceptibilidad y virulencia (tabla 1). Además, las estrategias utilizadas por estas cepas para invadir a las células del hospedador también son diferentes, pero estas serán explicadas en la próxima presentación.

Tabla 1. Diferencias entre cepas de *S. uberis* adaptadas y no adaptadas al hospedador

Característica	Cepas adaptadas	Cepas no-adaptadas
Duración de la infección	Crónicas (45 días 3 lactaciones)	Transitoria (7 a 14 días máx)
Tratamiento	Tratamientos prologados	Tratamiento corto y precoz
Epidemiología	Cepas predominantes	Cepas no predominantes
Infección	Contagiosa y ambiental	Ambiental
Virulencia	Alta persistencia en la ubre	Mediana a baja
Genética	Receptora de genes: transferencia horizontal	Cepas donantes
Adaptación al hospedador	Alta	Baja

De acuerdo a estos estudios, las cepas adaptadas producirían típicamente IM persistentes, caracterizadas por transmitirse desde el ambiente y de ubre a ubre. A su vez, estas cepas son receptoras de genes para factores de virulencia de otros patógenos, efectuándose la transferencia de estos elementos genéticos en forma horizontal (Haenni *et al.* 2010). Por otro lado, las cepas no adaptadas causarían mastitis transitorias, con auto-curación, ocurriendo la transmisión del patógeno desde el medio ambiente a la ubre susceptible. Esta cepas serían además, donantes de factores de virulencia y con poca adaptación al hospedador.

De esta forma, y dentro de una misma explotación lechera se establecerían cepas predominantes de *S. uberis* que almacenan genes de otros patógenos, haciéndolas persistentes y difíciles de erradicar. Esta nueva clasificación explicaría la existencia de masititis por *S. uberis* con cursos que duran desde 45 días o más de 2 lactaciones.

Las razones que explicarían el distinto comportamiento de estas cepas de *S. uberis* se encuentran en el estudio de la patogenia, y en la interacción de este patógeno con las células epiteliales de la glándula mamaria bovina, las cuales son revisadas en la sección siguiente.

Como punto final, cabe decir que el control de estas cepas, sean o no adaptadas al hospedador, se basa en el uso de correctas rutinas de ordeño y preparación de la ubre, control de reservorios en el medio ambiente del ganado lechero, y detección y tratamiento temprano de las mastitis clínica.

Referencias

Phuektes P, P.D. Mansell, R. S. Dyson, N.D. Hooper, J.S. Dick, G. F. Browning. 2001. Molecular epidemiology of *Streptococcus uberis* isolates from dairy cows with mastitis. J. Clin. Microbiol. 39:1460-1466.

Todhunter, D. A., K.L. Smith , J.S. Hogan. 1994 Environmental streptococcal mastitis. In: Proc. Nat. Mastitis Counc. pp. 92-95, Arlington, VA.

Jayarao, B. M, B. E. Gillepie, M. J. Lewis, H. H. Dowlen, S. P. Oliver. 1999. Epidemiology of *Streptococcus uberis* Intramammary Infections in a Dairy Herd. J. Vet. Med. B 46: 433–442.

Kromker, V., F. Reinecke, J. H. Paduch and N. Grabowski. Bovine *Streptococcus uberis* intramammary infections and mastitis. 2014. Clin. Microbiol. 2014, 3:4. http://dx.doi.org/10.4172/2327-5073.1000157

Phuektes, P., P.D. Mansell, R.S. Dyson, N. D. Hooper, J.S. Dick, G. F. Browning. 2001. Molecular epidemiology of Streptococcus uberis isolates from dairy cows with mastitis. J. Clin. Microbiol. 39:1460-1466.

Leigh, J.A. 1999. *Streptococcus uberis:* a permanent barrier to the control of bovine mastitis? Vet J 157: 225-238.

Rato, M. G., R. Bexiga, S. F. Nunes, L. M. Cavaco, C. L. Vilela, and I. Santos-Sanches. 2007, Molecular epidemiology and population structure of bovine *Streptococcus uberis*. J. Dairy Sci.,91:4542-4551.

Haenni, M., E. Saras, S. Bertin, P. Leblond, J.Yves Madec, S. Payot. 2010. Diversity and mobility of integrative and conjugative elements in bovine isolates of *Streptococcus agalactiae*, *S. dysgalactiae* subsp. *dysgalactiae*, and *S. uberis*. App. Environ. Microbiol. 76:7957-7965.

Tassi, R., T. N. Mcneilly , J. L. Fitzpatrick M. C. Fontaine , D. Reddick , C. Ramage , M. Lutton, Y. H. Schukken R.N. Zadoks. 2013. Strain-specific pathogenicity of putative host-adapted and non-adapted strains of *Streptococcus uberis* in dairy cattle. J. Dairy Sci. 96:5129-5145.

Patogénesis

Durante las últimas tres décadas se ha logrado un considerable adelanto en el conocimiento sobre los factores de virulencia y estrategias patogénicas utilizadas por el *S. uberis* para infectar la glándula mamarias del bovino.

Varios factores de virulencia han sido descriptos, como por ejemplo, un activador del plasminógeno denominado PauA (Rosey *et al.*, 1999), y PauB (Ward y Leigh, 2002), una proteína con afinidad a la lactoferrina (Moshynskyy *et al.*, 2003), factor de CAMP (Jiang *et al.*, 1999), una dehidrogenasa de superficie denominada GapC (Pancholi *et al.*, 1993), proteinas Opp involucradas en el transporte de metabolitos requeridos para su crecimiento en leche, material capsular compuesto de ácido hialurónico con actividad antifagocítica (Almeida *et al.*, 1993), el gene Vru, sugerido como regulador de la expresión de factores de virulencia (Eagan *et al.*, 2012) y SUAM, una proteína de superficie con funciones demostradas en adherencia e internalización del

S. uberis dentro de la células epiteliales de la glándula mamaria bovina (Almeida *et al.*, 2005; Almeida *et al*, 2013).

Esta información indica que *S. uberis* es una bacteria muy versátil que se adapta, con éxito, a distintos microambientes, gracias a su capacidad de unirse a proteínas y otros elementos del medio ambiente donde habita (Almeida *et al.*, 2003). Esta capacidad le es especialmente útil a *S. uberis* durante las primeras etapas de la infección, en las cuales, debe vencer los elementos de la defensa innata y adquiridos del hospedador y que son cruciales para el éxito de la infección.

En estudios llevados a cabo en nuestro laboratorio, se ha descubierto que *S. uberis* se une a proteínas y elementos de la matriz intercelular presente en la leche (Almeida *et al.*, 2003, Almeida y Oliver, 2006), siendo esta estrategia crucial para el progreso de la infección, dado que al cubrirse con elementos del hospedador, *S. uberis* logra:

1. Enmascarar antígenos de superficie, evadiendo asi el reconocimento por los sistemas innumitarios de vigilancia, y por ende, la de acción fagocítica de los polimorfonucleares y macrófagos intramamarios.
2. Evadir otros elementos defensivos presentes en leche (*p.ej.,* factores del complemento), y proteinas con acción bacteriolítica.
3. Adherirse e invadir células epiteliales de la glándula mamaria. Esta última puede occurrir por una acción "puente", done las proteínas o elementos del hospedador actuan como nexo entre el receptor celular y en ligando en la superficie de la bacteria, o bien por la adherencia a la surperficie de la célula del hospedador. En ambas formas, la internalización del patógeno occure por una acción de engolfamiento de membrana y citoesqueleto de la célula epithelial (Almeida *et al.*, 2010, Patel *et al.*, 2009).
4. La ocupación del espacio citoplasmático de la células del hospedador (*p.ej.,* células epiteliales de los ductos y alveolos lácteos) le provee a *S. uberis* con un microambiente donde las defensas y antimicrobianos que operan en las superficies mucosas y en la leche son inefectivas (Matthews *et al.*, 1994; Almeida y Oliver, 2006)

No obstante, para cualquier patógeno que internalice dentro de las células del hospedador, incluyendo a *S. uberis*, la vida dentro de éstas no es sencilla y también requiere la evasión de mecanismos bactericidas intracelulares, que incluyen la acidificación del endosoma que contiene al patógeno y su pósterior fusión con el lisosoma. *S. uberis* ha desarrollado sistemas de escape que le permiten circundar estos sistemas bactericidas intracelulares, y aquí es donde hay diferencias entre cepas. Por ejemplo, las cepas que pertenecen al grupo de las "adaptadas al hospedador" (tabla 1), tienen mayor afinidad por elementos del hospedador (p.ej., proteínas matrices, proteínas de la leche). El unirse y cubrirse con elementos del hospedador, le permite utilizar una ruta de internalización y tráfico dentro de la célula epitelial, libre de acciones bactericidas (p.ej., acidificación del endosoma, fusión con el lisosoma).

Esta estrategia no sólo le permite sobrevivir dentro del citoplasma celular, pero también invadir células vecinas. Esta última propiedad le permite a *S. uberis*, alcanzar e infectar regiones profundas dentro de la glándula mamaria, dando así lugar a infecciones crónicas y persistentes que recrudecen cuando el animal sufre situaciones estresantes, tales como el parto, golpes de calor, etc.

Contrariamente, las cepas no adaptadas no exhiben una notoria afinidad con elementos del hospedador, e internalizan dentro de las células epiteliales, utilizando el mecanismo clásico de endocitosis, el cual está conectado con eventos bacteriostáticao/ bactericidas intracelulares mencionadas anteriormente. Estos mecanismos son efectivos eliminando las bacterias *S. uberis* que internalicen dentro de células epiteliales, explicando así la incapacidad de estas cepas para sobrevivir dentro del hospedador y su rápida eliminación de la glándula mamaria (curación espontánea) (Almeida *et al.*, 2010).

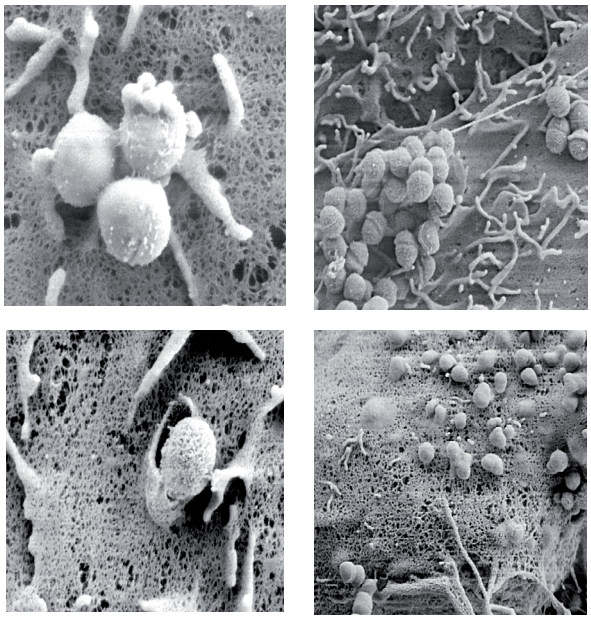


Figura 1. Proceso de adherencia e internalizacion del *S. uberis* dentro de la celulas epiteliales de la galdula mamaria. De izquierda a derecha, *S. uberis* (flechas blancas) adhiriendose epiteliales (A y B), e internalizando dentro de la celulas epiteliales (B, C y D). Note la respuesta de las celulas epiteliales manisfestada por la formacion de pseudopodos (flechas negras) y membranas que cubren, atrapan e internalizan (*) a *S. uberis* (panel D).

Además de la habilidad de adherirse e internalizar dentro de las células del hospedador, *S. uberis* tiene otros factores de virulencia que le son particularmente útiles durante las primeras etapas de la infección. Aproximadamente el 50% de las cepas de *S. uberis* tienen cápsula. Éstas están compuestas de ácido hialurónico, que es un elemento común en el cuerpo del hospedador, y *S. uberis* lo utliza para confundir y evadir su detección por los sistemas de defensa del hospedador. Este tipo de material capsular (ácido hialurónico) también ha sido descripto en *Streptococcus pyogenes,* atribuyéndosele propiedades antifagocíticas.

Además de esta probable función, la información obtenida de trabajos realizados en nuestro laboratorio, demuestran que *S. uberis* produce dos tipos de material capsular que se diferencian en su peso molecular. El material capsular de alto peso molecular permanece asociado a *S. uberis,* mientras que el de bajo peso es liberado al medio. Esta última forma capsular no sólo se une a los macrófagos mamarios bloqueando sus receptores, sino que también actúa deprimiendo la actividad fagocítica de éstos (Almeida *et al.*, 1994). De esta forma, las cepas capsuladas extienden sus funciones antifagocíticas a otras cepas de *S. uberis* que no poseen cápsula.

En resumen, *S. uberis* es un formidable adversario y los métodos para su control y prevención, deben ser diseñados teniendo en cuenta la epidemiología y patogénesis de las infecciones intramamarias que causa.

Referencias

Rosey, E. L., R.A. Lincoln, P.N. Ward, R. J. Yancey and J.A. Leigh. 1999. PauA: a novel plasminogen activator from *Streptococcus uberis*. FEMS Microbiol Lett 178: 27–33.

Ward, P. N. and J.A. Leigh. 2002. Characterization of PauB, a novel broad-spectrum plasminogen activator from *Streptococcus uberis*. J. Bacteriol. 184: 119–125.

Moshynskyy, I, M. Jiang, M. Fontaine, J. Perez-Casal, Babiuk, L. and A. Potter.2003. Characterization of a bovine lactoferrin binding protein of *Streptococcus uberis*. Microb Pathogenesis 35: 203–215.

Jiang, M.L., A. Babiuk and A. A. Potter. 1996. Cloning, sequencing and expression of the CAMP factor gene of *Streptococcus uberis*. Microb. Pathogenesis 20: 297–307.

Pancholi, V. and V. A. Fischetti. 1993. Glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase on the surface of group A streptococci is also an ADP-ribosylating enzyme. P Natl Acad Sci USA 90:

8154–8158.

Almeida, R. A. and S. P. Oliver. 1993. Growth cycle, capsule expression and characterization of the capsular material of selected strains of *Streptococcus uberis*. J. Vet. Med. Series B. 40:707-714.

Egan, S.A., P. N. Ward, M. Watson, T. R. Field and J. A. Leigh. 2012. Vru (Sub0144) controls expression of proven and putative virulence determinants and alters the ability of *Streptococcus uberis* to cause disease in dairy cattle. Microbiology 158: 1581–1592.

Almeida, R. A., D. A, Luther, H. M. Park, and S. P. Oliver. 2006. Identification, isolation, and partial characterization of a novel *Streptococcus uberis* adhesion molecule (SUAM). Vet. Microbiol. 115: 183–191.

Almeida, R. A., O. Kerro-Dego, S.I. Headrick, M.J. Lewis, C. Young, B. E. Gillespie, L. J. Siebert, D. A. Luther, G.M. Pighetti and S. P. Oliver. 2013. Defining the role of SUAM in the pathogenesis of *Streptococcus uberis* mastitis using a SUAM negative gene deletion mutant. *In: Proc. 52nd Natl. Mastitis Council Ann. Mtg.*, pp 115.

Almeida, R. A., D.A. Luther, R. Nair and S. P. Oliver. 2003. Binding of host glycosaminoglycans and milk proteins: possible role in the pathogenesis of *Streptococcus uberis* mastitis. Vet. Microbiol. 94:131-41.

Almeida R. A. and S. P. Oliver. 2006. Trafficking of *Streptococcus uberis* in bovine mammary epithelial cells. Microbial Pathogenesis 41:80-89.

Almeida, R. A., J. R. Dunlap and S. P. Oliver. 2010. Binding of host factors influences internalization and intracellular trafficking of *Streptococcus uberis* in bovine mammary epithelial cells. Vet. Med. Int. vol. 2010, Article ID 319192, 8 pages, 2010. doi:10.4061/2010/319192.

Patel, D., R. A. Almeida**,** J. R. Dunlap, and S. P. Oliver. 2009. Bovine lactoferrin serves as a molecular bridge for internalization of *Streptococcus uberis* into bovine mammary epithelial cells. Vet Microbiol. 137, 297-30112.

Matthews, K. R., R. A. Almeida, and S. P. Oliver, 1994. Bovine mammary epithelial cell invasion by *Streptococcus uberis*. Infect. Immun. 62:5641-5646.

Almeida, R. A. and S. P. Oliver. 1995. Interaction of *Streptococcus uberis* with bovine mammary epithelial cells. J. Dairy Sci. 78:173.

SERVET

La editorial de los veterinarios

Promoción especial ANEMBE 2015

Indica en tu pedido el código ANEMBE15* y ahórrate los gastos de envío

(*) Válido hasta el 31 de mayo



~~75 €~~

71,25 €



~~45 €~~

42,75 €



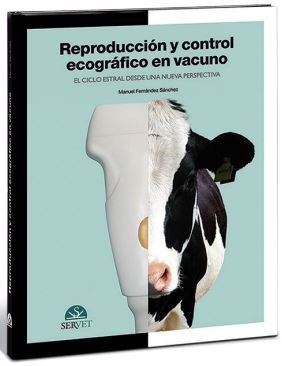
~~35 €~~

33,25 €



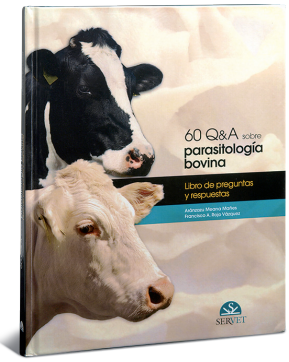
~~100 €~~

95,00 €



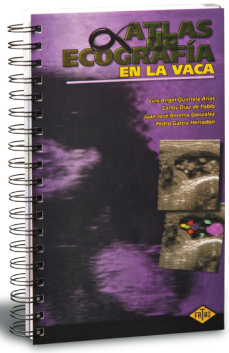
~~55 €~~

52,25 €



~~70 €~~

66,25 €



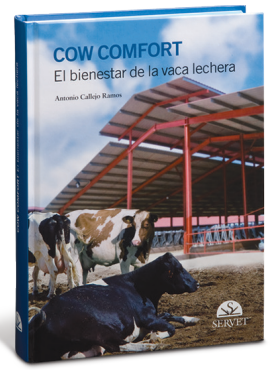
~~35 €~~

33,25 €



~~36 €~~

34,20 €



~~75 €~~

71,25 €

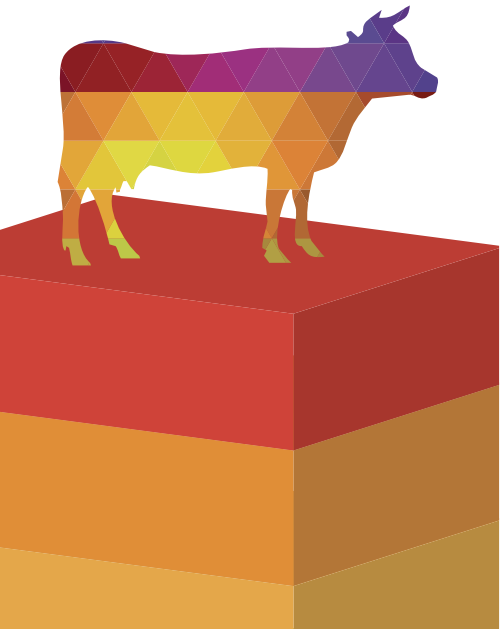
INFORMACIÓN Y PEDIDOS: 976 461 480 pedidos@grupoasis.com

XX

CONGRESO INTERNACIONAL ANEMBE DE MEDICINA BOVINA

Burgos 6, 7 y 8 de mayo de 2015

LIBRO DE PONENCIAS, COMUNICACIONES ORALES Y PÓSTER



ANEMBE
ASOCIACIÓN NACIONAL DE ESPECIALISTAS EN MEDICINA BOVINA DE ESPAÑA

COMUNICACIONES ORALES

COMUNICACIONES MEDICINA Y CIRUGÍA

Evaluación de métodos de detección de cojeras mediante la observación de anomalías posturales y alteraciones de la locomoción registradas en las vacas en la sala de ordeño y atrapadas en las cornadizas

Evaluation of postural abnormalities and impaired gait in dairy cattle during milking and while trapped at head-lockers as predictors of lameness

A. García-Muñoz[1], G. Vidal[2], N. Singh[3], N. Silva-del-Río[4]

[1] Facultad de Veterinaria. Universidad CEU Cardenal Herrera. Valencia

[2] CADMS. School of Veterinary Medicine. UCDavis. California, EE.UU.

[3] Guru Angad Dev Veterinary & Animal Sciences University Ludhiana, India

[4] Veterinary Medicine Teaching and Research Center. UCDavis. California, EE.UU.

Objetivo

El objetivo de este estudio fue evaluar si posturas anormales y alteraciones de la locomoción observadas durante el ordeño y mientras las vacas están atrapadas en las cornadizas, podían ser usadas como predictores de cojeras.

Material y métodos

El estudio se realizó en una granja con 2.384 vacas holstein en ordeño ubicada en San Joaquín Valley (California) en abril de 2014. Las vacas se ordeñaban dos veces diariamente en dos salas 2x20 en espina de pescado.

Durante el primer y segundo día del estudio, las vacas atrapadas en las cornadizas fueron observadas por uno de los investigadores (AGM) desde atrás, para recoger la siguiente información: espalda arqueada, rotación medial de corvejones, favorecimiento de una extremidad y patas traseras abiertas siguiendo el procedimiento descrito por Hoffman *et al.* 2014 [1]. Durante el tercer y cuarto día un investigador (AGM) observó a las vacas en la sala de ordeño para registrar tres anomalías posturales: espalda arqueada en la entrada a la sala, rotación medial de corvejones y favorecimiento de una extremidad. Un segundo investigador (NS), acompañó a los ordeñadores durante el acarreo de las vacas desde los corrales, anotando tres anomalías posturales: espalda arqueada, marcha irregular y favorecimiento de una extremidad.

Durante los días seis y siete dos investigadores (AGM, NS) puntuaron a las vacas de 1 a 5, a la salida del ordeño, empleando el sistema de "locomotion score" (LS) propuesto por Sprecher *et al* [2]. Las vacas fueron consideradas cojas cuando la puntuación observada fue LS ≥ 3. Excluyendo las vacas no observadas, sin atrapar en cornadizas y los datos erróneos se incluyeron 2.009 animales en el estudio.

El décimo día, 104 vacas fueron examinadas por podólogos profesionales supervisados por los investigadores para describir lesiones podales y su severidad. Los criterios para la selección de estas vacas se basaron en la detección de: a) favorecimiento de al menos una extremidad (n=32), b) presencia de más de una desviación postural (n=46), c) punutación de LS ≥ 4 (n=18) o d) una combinación de las anteriores (n=8).

Análisis estadístico

La asociación entre posturas anormales y cojera (definida como un LS ≥ 3) se evaluó calculando dos modelos de regresión logística, uno para las observaciones recogidas durante el ordeño y otra para las registradas en las cornadizas. Para identificar potenciales predictores de cojera se realizó un análisis de regresión univariante para cada una de las variables recogidas durante las observaciones de campo (previamente definidas), así como de los DEL, número de lactación y media de producción. Sólo se incluyeron en el modelo final las variables con un valor $P \leq 0.05$ a menos que fueran forzadas como factores de confusión. Para estimar la validez de cada postura registrada como test diagnóstico de cojeras (definida como un LS ≥ 3) se calcularon la sensibilidad, especificidad y valores predictivos. El análisis de datos se realizó con el software estadístico de libre acceso R.

Resultados y discusión

Los dos modelos de regresión logística incluyeron como variables el número de lactación, la espalda arqueada y el favorecimiento de una extremidad. Estas variables presentaron los *Odds Ratio* ajustados más altos, siendo los datos estadísticamente significativos. En el caso del modelo construido con las observaciones en sala de ordeño y acarreo de las vacas, también se incluyeron la rotación medial de corvejones y la interacción entre número de lactación y espalda arqueada. El modelo estadístico obtenido con los datos tomados en las cornadizas mostró una mayor calidad relativa, de acuerdo al criterio de información de Akaike y al área bajo la curva ROC.

Empleando el LS como técnica de referencia, la sensibilidad de la detección de cojeras mediante la observación de la espalda arqueada en cornadizas y en sala de ordeño fue del 31 y 39% respectivamente. Considerando distintas combinaciones de posturas las sensibilidades fueron del 34 y 40% para las observaciones en cornadizas y sala de ordeño. Los valores de especificidad variaron del 91 al 100%, sin embargo, los valores predictivos positivos fueron reducidos (24-43%).

Un 37% de las vacas examinadas no presentaba lesión podal ni suela delgada. Se investigaron 49 vacas con LS ≥ 3, el 29% de estos animales no mostró lesiones. Estos datos coinciden con los hallazgos de otros autores [3,4] donde un porcentaje importante de vacas clasificadas como cojas no mostraron ninguna lesión dolorosa. Las lesiones más frecuentes fueron hemorragias (22%), úlceras o fracturas de suela (16%) y en menor extensión enfermedad de línea blanca. La mayoría de los animales fueron seleccionados a través de observaciones realizadas en las cornadizas.

Conclusiones

Algunas anomalías posturales descritas en este estudio están relacionadas con el LS. Sin embargo la observación de las posturas individuales o sus combinaciones no fue suficientemente sensible y los valores predictivos positivos fueron escasos. Futuras investigaciones deberían dirigirse a evaluar la concordancia de las estrategias descritas en el presente estudio con la presencia de lesiones dolorosas en las pezuñas.

Bibliografía

[1] Hoffman A.C., D.A. Moore, J. Venegas and J.R. Wenz. 2014 Association of abnormal hind-limb postures and arch back with gait abnormality in dairy cattle. J. Dairy Sci. 97:2178-2185.

[2] Spreacher D.J., D.E. Hostetler and J.B. Kaneene. 1997. A lameness scoring system that use posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. Theriogenology 47:1179-1187.

[3] Bicalho, R. C., S. H. Cheong, G. Cramer, and C. L. Guard. 2007. Association between a visual and an automated locomotion score in lactating Holstein cows. J. Dairy Sci. 90:3294–3300.

[4] Thomsen P.T, Munksgaard L. and J. T. Sørensen. 2012. Locomotion scores and lying behaviour are indicators of hoof lesions in dairy cows. Veterinary Journal 193 644–647.

Recogida de información sobre salud podal en ganado vacuno lechero español: I-SAP

Claw Health Data recording in Spanish dairy cattle: I-SAP

N. Charfeddine[1], M.A. Perez-Cabal[2]

[1] Departamento Técnico CONAFE, Madrid

[2]Departamento de Producción Animal, Universidad Complutense de Madrid

A new electronic recording system for claw health data called I-SAP is being implemented by the Spanish Holstein Association (CONAFE) in Spain since 2012 in cooperation with private trimmers. This program is a tool developed from the continuous demand of Spanish farmers as a consequence of the detriment in claw health during the last decades. CONAFE provides each trimmer a tactile PC-tablet with a useful and friendly software called DATPAT for record keeping in farms. The trimmer connects via the Internet with the database to download herd animal data and to send information back after each working day. At the end of 2012, the program was used by four-fold trimmers than at the beginning. The increasing trend continued along the following year, with 25 claw trimmers in December 2013. These figures show the success of I-SAP implementation. Claw trimming data from July 2012 to Jun 2013, including 78,257 records registered by 21 trimmers in 834 dairy herds, were used to calculate the observed incidence rate for 6 claw disorders: Dermatitis (DE), Sole Ulcer (SU), White Line separation (WL), Interdigital Hyperplasia (HP), Interdigital Phlegmon (PH), and Chronic Laminitis (CL). Average incidence rates for DE, SU, WL, HP, PH, and CL within herd, were: 8.58, 16.18, 7.20, 0.57, 0.80, and 3.94%, respectively. The 85% of lesions were present in rear legs.

The mean (±SD) herd incidence of cows with at least one lesion was 31.72±18.52%, 25.09% of which were new lesions and 6.63% were chronic lesions.

Recording data may take extra time and engagement, but once the claw trimmer gets used to the software, recording takes only few seconds. The advantages of electronic recording are unquestionable for trimmers and farmers, who can access to the historic database as well as the statistics whenever they need. During this two years of being used I-SAP enrolled more and more trimmers.

I-SAP is an electronic recording system for improving claw health in dairy cattle in Spain managed and funded by CONAFE. Today many farmers are demanding this service from their trimmers because they have realized the valuable management information that it provides them. Besides, the trimmers consider this recording system an useful tool for giving helpful advice to their customers. Therefore, improving the data quality could be the best way to support the recording system.

Evaluación del trabajo de los podólogos durante el tratamiento de vacas cojas en rebaños lecheros de California: medidas objetivas de la pezuña

Hoof trimmer performance during lame cow treatment on California dairies: objective hoof measurements

M. Pineda[1], I. Akin[2], Y. Trillo[3], N. Silva-del-Río[3]

[1]Facultad de Veterinaria. Universidad CEU Cardenal Herrera, Valencia

[2]Adnan Menderes University Veterinary Faculty Department of Surgery, Aydın, Turquía

[3]Veterinary Medicine Teaching and Research Center. UCDavis, Tulare California, EE.UU.

Objetivo

El objetivo de este estudio fue evaluar las medidas de las pezuñas de vacas cojas antes y después de la intervención del podólogo en rebaños lecheros de California.

Material y métodos

El estudio se realizó en 16 rebaños lecheros de los condados de Tulare y Kings (California) durante los meses de junio a agosto del 2014. El tamaño de los rebaños osciló entre 1.000 y 10.000 vacas lactantes. Los podólogos encargados del tratamiento de vacas cojas eran empleados de la lechería (n=11) o contratados (n=6). Mientras los podólogos realizaban su trabajo, dos investigadores (M. P. e I. A.) recogieron la siguiente información en diez (n=15) o nueve (n=2) vacas por rebaño que presentaban lesiones en las patas pósteriores:

- Identificación de cada animal (número crotal).
- Determinación de lesiones.
- Fotografías de las pezuñas (vista palmar y lateral)
- Medidas de las dos pezuñas pósteriores, antes y después de la intervención del podólogo, incluyendo: a) longitud de la pared dorsal, b) ángulo podal, c) altura de los talones, d) longitud de la fisura abaxial. Todas estas medidas fueron recogidas con un medidor plástico de ángulos de 30 cm de largo.

El análisis estadístico de los datos se realizó con *PROC MEANS, PROC UNIVARIATE* y *PROC CORR* de SAS 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC).

Resultados y discusión

Todas las vacas evaluadas por el podólogo presentaron al menos una lesión. Un 67% de las lesiones que se identificaron eran de línea blanca, úlceras de suela, o dermatitis digital. El 52% de las lesiones se encontraron en la extremidad izquierda, y en un 73% de los casos en pezuñas laterales.

Pared dorsal: antes de la intervención del podólogo, la pared dorsal tenía una longitud deseable (>7 – <8,5 cm) en un 10.1% de las pezuñas y después de la intervención en un 57,0%. Tras la intervención del podólogo un 41,2% de los rebaños tenía el 70% de las pezuñas con una longitud de la pared dorsal adecuada mientras que el 23,6% de los rebaños tenían menos del 30% de las pezuñas en ese rango. La altura de la pared dorsal en pezuñas del mismo pie difería en más de 0,5 cm al menos el 5% de las veces en 47,1% de los rebaños.

Angulación: en las pezuñas estudiadas la angulación entre la pared dorsal y la suela estaba dentro del rango deseable (≥45º

– ≤50º) antes y después del recorte en un 52,2 y 50,9% de los casos, respectivamente. Tras la intervención del podólogo, solo el 23,6% de los rebaños tenían al menos el 60% de las pezuñas con la angulación de la pared dorsal deseada. La angulación de pezuñas del mismo pie difería en más de 3º al menos el 25% de las veces en 64,7% de los rebaños.

Altura de los talones: las pezuñas estudiadas tenían una altura de >3,4 a <4,4 cm en un 20,0 y 36,8% de los casos antes y después del recorte respectivamente. Tras la intervención del podólogo, solo 29,4% de los rebaños tenían entre el 50 y 65% de las pezuñas con la altura de los talones dentro del rango deseado. La altura de los talones de pezuñas del mismo pie difería en más de 0,5 cm al menos el 25% de las veces en 52,9% de los rebaños.

Longitud de la fisura abaxial: en las pezuñas estudiadas la longitud era > 4,5 cm en un 93,5 y 90,8% de los casos antes y después del recorte respectivamente. La correlación entre la altura de los talones y la longitud de la fisura abaxial fue significativa ($P<$ 0,01) pero con un coeficiente de correlación muy bajo para observaciones realizadas antes (r = 0,467) y después (r = 0,198) de la intervención del podólogo.

Conclusión

Las observaciones realizadas en este estudio indican que la intervención del podólogo puede mejorar en la mayoría de rebaños de Californa. Una de las áreas que ofrece mayor oportunidad es conseguir una mejor angulación de la pezuña y balance entre pezuñas del mismo pie.

Estudio de la validez de los intervalos de referencia de ganado vacuno adulto para interpretar variables bioquímicas de terneros en los primeros 3 meses de vida

Validation study of the reference intervals from adult cattle to interpret biochemical variables obtained from calves during their first 3 months of life

M. Pérez-Santos, V. Alves-Nores, C. Castillo, J. Hernández, J.L. Benedito, Á. Abuelo

Departamento de Patología Animal. Facultad de Veterinaria, Lugo

Introducción

Estudios previos han demostrado cambios relacionados con la edad en diversas variables sanguíneas en varias especies[1], incluyendo al ganado vacuno[2-4]. Los intervalos de referencia tienen como objetivo proporcionar un rango de valores que se asocian con la variación natural encontrada en individuos sanos que se pueden comparar con el valor obtenido en un individuo a la hora de hacer un diagnóstico. Sin embargo, en la medicina bovina, la mayoría de los valores de referencia publicados se basan en animales adultos[1, 5, 6], lo que podría resultar incorrecto si éstos se utilizan para compararlos con valores obtenidos de terneros neonatos y/o jóvenes; ya que la información de la que se disponible sobre los intervalos de referencia en terneros en diferentes edades es limitada[7]. Además, sólo unos pocos estudios han investigado la variación de las variables sanguíneas durante los primeros meses de vida incluyendo un análisis longitudinal de los datos (análisis de mediciones repetidas sobre el mismo sujeto); y éstos o bien se centraban sólo en variables hematológicas [2], o si algún parámetro bioquímico era analizado, el estudio incluía únicamente terneros de razas de aptitud cárnica[3, 4]; lo cual podría no ser directamente aplicable a los terneros de razas de aptitud láctea, debido a las diferentes prácticas de manejo existentes entre ambos sistemas.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue investigar la variación de la concentración sérica de diversas variables de uso común en los paneles bioquímicos de la especie bovina durante los tres primeros meses de vida en terneros frisones, y compararlos con los intervalos de referencia calculados para los animales adultos de la misma explotación.

Material y métodos

Para este estudio se emplearon muestras de suero de 20 terneros frisones (11 machos, 9 hembras) de la misma explotación obtenidos de un experimento anterior[8]. La sangre se obtuvo mediante punción venosa yugular, en tubos sin anticoagulantes, 2 h después de la ingestión de calostro en el día de nacimiento (día 0), y 6 (rango: ±1), 13 (±1), 21 (±1), 29 (±1), 60 (±2) y 90 (±2) días después. De la misma explotación, se obtuvieron muestras de suero mediante punción coccígea de 40 vacas adultas entre el cuarto y quinto mes de gestación; ya que estos animales son homeostáticamente estables[9], y los efectos metabólicos de la gestación y lactación se espera que estén al mínimo[10]. Tanto los terneros como las vacas adultas fueron manejados de acuerdo con el sistema de agricultura intensiva convencional de España, y una descripción más detallada de las prácticas de manejo y alimentación está disponible, respectivamente, en los artículos previos[8, 11].

Se analizaron las concentraciones séricas de glucosa, actividad aspartato aminotransferasa (AST), γ-glutamiltransferasa (GGT), creatin-quinasa (CK), proteínas séricas totales (TP), albúmina, urea y creatinina. La concentración de globulinas se estimó restando la albúmina a las TP. También se calculó el cociente albúmina:globulinas (A/G). Los rangos de referencia se calcularon siguiendo las directrices de la *American Society of Veterinary Clinical Pathology* para la determinación de intervalos de referencia en veterinaria[12], y empleando para ello un software específico[13]. Los datos de los terneros fueron analizados estadísticamente mediante modelos mixtos lineares generalizados con medidas repetidas con cada ternero como unidad experimental para las variables objetivo glucosa, AST, GGT, CK, TP, albúmina, globulinas, A/G, urea y creatinina; en donde la edad del ternero se estableció como un efecto fijo y el sexo del ternero como un efecto aleatorio.

Resultados y discusión

Se encontró un efecto significativo de la edad del ternero en todas las variables estudiadas, a excepción de la glucosa; lo que sustenta aún más la hipótesis de que existen cambios relacionados con la edad en la concentración de diversos parámetros en el suero de terneros. Sin embargo, lo que es importante para los profesionales veterinarios en su faceta clínica es saber si estos cambios pueden implicar la necesidad de tener que comparar los valores obtenidos de un ternero con un rango de referencia específico para esa edad a la hora de interpretar los resultados; por ello los valores obtenidos de los terneros fueron comparados con los intervalos de referencia calculados a partir del ganado vacuno adulto.

Con la excepción de las actividades AST y GGT, los intervalos obtenidos a partir de los animales adultos son válidos para la evaluación de las variables bioquímicas comúnmente empleadas en biopatología clínica para los terneros de más de una semana de edad. Sin embargo, se debe tener cuidado al interpretar los resultados obtenidos de terneros en su primera semana de vida, ya que es posible que los valores hayan caído fuera del intervalo debido a los cambios asociados con el nacimiento y la ingesta de calostro.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer la ayuda de Manuel y José Manuel Sebio durante el protocolo experimental; así como la asistencia técnica prestada por Lucía Casanova Iglesias. Este estudio fue financiado en parte por la Xunta de Galicia, bajo las ayudas 10MRU261004PR y CN2012/327. Ángel Abuelo es beneficiario de una ayuda del Programa FPU (Ref. AP2010-0013) del Ministerio de Educación.

Referencias

1.Kerr MG. Veterinary laboratory medicine : clincal biochemistry and haematology. 2nd ed. Oxford: Blackwell; 2002. 386 p.

2.Brun-Hansen HC, Kampen AH, Lund A. Hematologic values in calves during the first 6 months of life. Vet Clin Pathol. 2006;35(2):182-7.

3.Egli CP, Blum JW. Clinical, haematological, metabolic and endocrine traits during the first three months of life of suckling simmentaler calves held in a cow-calf operation. J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med. 1998;45(2):99-118.

4.Knowles TG, Edwards JE, Bazeley KJ, Brown SN, Butterworth A, Warriss PD. Changes in the blood biochemical and haematological profile of neonatal calves with age. Vet Rec. 2000;147(21):593-8.

5.Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML. Clinical biochemistry of domestic animals. Amsterdam: Elsevier; 2008. 896 p.

6.Radostits OM, Gay CC, Hinchcliff KW, Constable PD. Veterinary Medicine. A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats. 10th ed: Saunders Ltd; 2007. 2065 p.

7.Weiss DJ, Wardrop KJ, Schalm OW. Schalm's veterinary hematology. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell; 2010.

8.Abuelo A, Perez-Santos M, Hernandez J, Castillo C. Effect of colostrum redox balance on the oxidative status of calves during the first 3 months of life and the relationship with passive immune acquisition. Vet J. 2014;199(2):295-9.

9.Jorritsma R, Wensing T, Kruip TAM, Vos PLAM, Noordhuizen JPTM. Metabolic changes in early lactation and impaired reproductive performance in dairy cows. Vet Res. 2003;34(1):11-26.

10.Castillo C, Hernández J, Bravo A, López-Alonso M, Pereira V, Benedito JL. Oxidative status during late pregnancy and early lactation in dairy cows. Vet J. 2005;169(2):286-92.

11.Abuelo A, Hernandez J, Benedito JL, Castillo C. Oxidative stress index (OSi) as a new tool to assess redox status in dairy cattle during the transition period. Animal. 2013;7(8):1374-8.

12.Friedrichs KR, Harr KE, Freeman KP, Szladovits B, Walton RM, Barnhart KF, *et al.* ASVCP reference interval guidelines: determination of de novo reference intervals in veterinary species and other related topics. Vet Clin Pathol. 2012;41(4):441-53.

13.Geffré A, Concordet D, Braun J-P, Trumel C. Reference Value Advisor: a new freeware set of macroinstructions to calculate reference intervals with Microsoft Excel. Vet Clin Pathol. 2011;40(1):107-12.

Análisis de los niveles de β-hidroxibutirato en muestras de leche de vacuno en post-parto

Assessment of the β-hydroxybutyrate levels from cow milk samples in the post-partum period

R. Fouz[1], C. Viña[2]; M.L. Sanjuán[3], E. Yus[3], Fco.J. Diéguez[2,3]

[1]AFRICOR, Lugo

[2]Departamento de Anatomía y Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Santiago de Compostela, Lugo

[3]Instituto de Investigación y Análisis Alimentarios, Facultad de Veterinaria, Universidad de Santiago de Compostela, Lugo

La cetosis es una enfermedad que afecta a las vacas lecheras y es consecuencia de niveles anormalmente elevados de cuerpos cetónicos en sangre, principalmente como expresión bioquímica de un balance energético negativo. Por lo general aparece en el ganado en las dos primeras semanas después del parto; rara vez se produce en gestación tardía. Los estudios de campo han demostrado que la cetosis puede afectar hasta el 40% de las vacas de un rebaño aunque la prevalencia puede llegar a ser tan alta como el 80% (McArt *et al.*, 2013).

En vacas lecheras, los tres principales cuerpos cetónicos son acetona (Ac), acetoacetato (AcAc) y β-hidroxibutirato (BHB). Éstos se excretan por la orina y la leche y se han desarrollado diversos test para detectar cuerpos cetónicos en esos fluidos corporales.

El objetivo del trabajo fue estimar la prevalencia de cetosis en ganado vacuno de leche de la provincia de Lugo a partir de la medición de niveles de β-hidroxibutirato en muestras de leche tomadas en post-parto.

Los datos empleados en el estudio corresponden a 59.187 vacas pertenecientes a 1.752 granjas que formaban parte del control lechero oficial de la provincia de Lugo en 2014. La determinación de BHB se llevó a cabo mediante análisis por espectrometría infrarroja de las muestras recogidas en el primer control post-parto. Este control tiene lugar entre el día 5 y 35 post-parto. De Roos *et al.* (2007) definen como cetosis concentraciones de BHB en leche ≥ 0,10 mmol /l. Tomando este punto de corte, la sensibilidad (Se) de este test será del 69% y la especificidad (Sp) del 95%.

Un 21,4% (prevalencia aparente) de las vacas analizadas (12.654/59.187) tenían niveles de BHB ≥ 0,10 mmol /l. Dentro de los animales negativos había otro 5% con niveles próximos al punto de corte (≥ 0,09 mmol /l.). Este dato es levemente inferior al compararlo con estudios previos llevados a cabo en España que señalaban prevalencias aparentes del 22,5-29%. (Suthar *et al.*, 2013, Andreu, 2014), aunque en el primer caso se midieron niveles de BHB en suero y no en leche.

Teniendo en cuenta la Se y Sp mencionadas, en el presente estudio, la prevalencia verdadera de vacas con cetosis fue del 25,6%.

Hay una importante dispersión en cuanto al momento del muestreo que como se mencionó se realizó entre el día 5 y 35 post-parto. Así, como era esperable, los mayores niveles de prevalencia se observan a mayor proximidad del parto. La prevalencia fue del 36% en los animales muestreados entre los días 5 y 10 post-parto, del 23% entre el día 10 y 15, 20% entre los días 15 y 20, 18% entre el 20 y el 25 y entre el 25 y 30, y por último, 15% en los animales muestreados a partir del día 30 post-parto.

La prevalencia de cetosis se incrementaba significativamente con la edad: un 17% en vacas de primer parto, un 19% en las de segundo parto y un 26% en vacas de tres o más partos. El nivel medio de BHB en los animales positivos fue de 0,219 mmol/l. Estos niveles fueron significativamente mayores en vacas de tercer parto en comparación con los otros dos grupos: 0,213; 0,207 y 0,226 mmol/l para las vacas positivas de primer, segundo y tercer parto, respectivamente.

El 97% (prevalencia aparente de rebaño) de las granjas (1.700/1.752) tenían al menos un animal positivo. Estimando la Se y Sp a nivel de rebaño la prevalencia verdadera por rebaño sería del 83,5%. La prevalencia intra-rebaño (porcentaje de animales positivos en los 1.700 rebaños positivos) fue del 26%. Además, un 10% de las granjas estudiadas tenían un 50% o más de vacas con cetosis en post-parto.

La prevalencia disminuía significativamente a medida que aumentaba el tamaño de rebaño: 33,3% para rebaños de menos de 17 vacas, 28,2% para rebaños de 17 a 27 vacas, 21,7% para los de 27 a 40 y 16,9% para rebaños de más de 40 vacas.

Los datos expuestos fueron obtenidos en el año natural 2014, de enero a diciembre, de la totalidad de las explotaciones en Control lechero de la provincia de Lugo, por lo que la prevalencia es representativa de la población. En un estudio anterior, referido al año 2013, en el que sólo participaron un grupo de ganaderías que solicitaron este servicio de análisis de BHB, la prevalencia fue significativamente inferior. La menor prevalencia observada en este periodo se justifica en que al tratarse de ganaderías concienciadas con el problema y que posiblemente ya estuviesen aplicando medidas preventivas o de manejo adecuadas para reducir la incidencia de la cetosis.

Una desventaja de este estudio podría ser el uso de la medición de BHB leche como un indicador de la cetosis ya que ésta no es la "prueba de oro" o *gold standard* para el diagnóstico. Sin embargo, las mediciones de la espectrofotometría a partir de muestras de leche parecen ser una herramienta valiosa al correlacionarse bien con los niveles en sangre (de Roos *et al.*, 2007). Además, el diagnóstico por control lechero es mucho más barato, no requiere mano de obra adicional para la recogida de muestras, y permite la medición de todas las vacas lactantes. Esto permitió procesar un número relativamente alto de muestras que favorece la exactitud de las estimaciones.

Referencias

Andreu, C. 2014. Las 3Cs de la cetosis, o por qué importa (2). Crónicas ganaderas 30: 24.

De Roos A.P.W., van den Bijgaart H.J., Hrrlyk, J., de Jong, G. 2007. Screening for subclinical ketosis in dairy cattle by Fourier transform infrared spectrometry. J. Dairy Sci. 90: 1761-1766.

McArt, J.A., D.V. Nydam, G.R. Oetzel. 2013a. Dry period and parturient predictors of early lactation hyperketonemia in dairy cattle. J. Dairy Sci. 96: 198-209.

Suthar, V.S., Canelas-Raposo, J., Deniez, A., Heuwieser, W. 2013. Prevalence of subclinical ketosis and relationships with postpartum diseases in European dairy cows. J. Dairy Sci. 96: 2925-2938.

Una encuesta a clínicos: ¿puede un instrumento obstétrico realmente marcar la diferencia?

Practitioner survey: can a new obstetrical instrument really make the difference?

F.Schlederer, A. Wehrend

Private practitioners. University of Giessen, Germany

Dystocia in cattle affects up to 50% primiparous and up to 30% adult cows[1]. Obstetrics are crucial in order to reduce stillbirth rates. GYNstick[2,3,4], a new tool for dealing with dystocia, has been available for practitioners for almost 3 years. Nearly 400 vets in Germany and Austria are currently working with this obstetrical instrument in their daily practice, and approximately 2000 vets are using it worldwide.

A survey was conducted of German and Austrian practitioners to obtain feedback about their experience with this instrument and their recommendations for its use.

Material and methods

Thirty vets – preliminary results – responded to an online questionnaire initiated by the Faculty for Veterinary Medicine of the University of Giessen. Veterinarians were chosen and contacted because they had worked with this new instrument for at least one year. The data analysis (SPSS Version 22) compared the veterinarians by gender, age, frequency of dystocia interventions and other factors.

Results

- The most (n=18, 60%) of the respondents were female. 68.9 % had graduated within the last 14 years.
- The most vets (41%) had 2 till 3 cases of dystocia per week (35 % deal with dystocia 1- 2 times per week, 24 % with more than 3 cases / week).
- The age of the practitioners was evenly distributed (50 % under 40 years; 50% are older).
- The most of the practitioners (62%) stated that *GYNstick* was recommended to them by another colleague, 22 % were informed by a congress/paper, and only 8 % by advertising (mult response method).
- For 90 % of the responders a re-torsion of the uterus was the most frequent indication for using the instrument. Other indications such as correction of malpresentations or avoidance of fetotomy were also mentioned, but less frequently.
- Only 10% of the vets thought that the use of this instrument did not reduce the duration of the dystocia partum (40% of the vets see the time reduction of 30 till 50%). There was not statistical differences between gender (P=0.19, pearson chi-square test) or age (P=0.08, pearson chi-square test).
- 85% of the practitioners believed that GYNstick reduces the duration of calving significantly, and 55% of the practitioners were convinced that the instrument is a more effective life-saver than traditional obstetrical instruments. One-third of the practitioners replied that up to 30% and more stillborns can be avoided by using the tool.
- "Making vet life easier" was a very important aspect for practitioners. All users were convinced that it is less exhausting compared to sole manual interventions. In addition, 2/3 state that muscle efforts were reduced

by 50-80%. The comparison between gender showed that for the female vets reduced the muscle efforts intensively than for the male colleagues (*P*=0.04, pearson chi-square test).

All respondents replied that they would recommend (83% full recommendation) the tool to their colleagues. All the vets with more than 3 dystocia cases/week recommend fully the instrument.

Summary

GYNstick as a new obstetric instrument proved to be significantly well accepted among veterinary practitioners. Most users were female and had graduated in the last 14 years. All respondents – selected as unbiased customers - would recommend it to their colleagues. With this feedback, there is clear evidence that this new obstetrical instrument can really make the difference in daily practice.

References

1) Lombard J. E., Tomlinson S., Garry F. B., Garber L. P., Hirst H. L, Title?? 10th International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics, 2003

2) Schlederer, F., New tool for bovine obstetrics – a tribute to female vets? European buiatric forum, Marseille, 2013

3) Bootz, F. & Schlederer F., New and simple tools for easier obstetrics in cows - make life easier, World Buiatric Congress 2014.

4) Erteld E., Krohn J., Dzhakupov I. T. Wehrend A., Uterine torsion – Therapy and effects for calf and cow, Tierärztliche Praxis Großtiere, 298-303,2014

Repercusiones de la recría de terneras con malformaciones cardiacas congénitas

Impact of congenital cardiac malformations in heifers.

C. Tejero[1], M. Terré[2], A. Usoz[1], Juaristi JC[1], M. Respecte[1]

[1]Rancho las Nieves

[2]Unitat de Remugants, IRTA

Introduccion

Los defectos cardíacos congénitos son raros en vacuno, se observaron en un 0,17% de 50.742 corazones inspeccionados en matadero (Van Nie *et al.*, 1966).

En un estudio realizado en 2.293 terneras con defectos congénitos, las malformaciones cardiacas aparecían en el 2,7% de los casos (Leipold *et al.,* 1972).

El defecto del septo ventricular (DSV) es la anomalía cardiovascular más común en bovinos neonatos (Reef *et al.*, 2002).

La presentación clásica es un ternero con un crecimiento entre normal y retardado que ha sido tratado por un problema respiratorio crónico (Cordy *et al.,* 1950).

Una auscultación en condiciones óptimas permite identificar un soplo sistólico de mayor intensidad en la pared torácica derecha en la mayoría de los casos (Buczinski *et al.,* 2006).

Con este estudio se quería evaluar la incidencia en terneras Holstein y que repercusiones económicas tiene recriar con malformación cardíaca.

Material y métodos

El trabajo se realizó del 1 de enero de 2013 al 12 de agosto de 2014 en el centro de recría de novillas Rancho las Nieves. Durante este periodo entraron 7.740 animales nuevos en la explotación, de los cuales 74 (0,96%) fueron diagnosticados con un soplo en

Tabla 1. Crecimiento, casos de neumonías y de retrasos en terneras diagnosticadas o no con un soplo cardíaco a la entrada del centro

	Presencia de soplos			
	No	Si	ESM[1]	*P*-valor
Edad, días	413	424	1,54	<0,001
Peso Vivo, kg	420	417	2,24	0,530
GMD[2], kg/d	0,954	0,921	0,32	0,954
Casos neumonías/animal	1,2	3,8	0,04	<0,001
Casos de retrasos/animal	0,7	1,4	0,06	<0,001

[1] Error standard de la media

[2] Ganancia media diaria de la entrada en el centro hasta los 414 días de vida

Tabla 2. Crecimiento, edad y peso vivo en las diferentes fases de la recría

	Parámetros productivos							*P*-valor		
	PV, kg		Edad, d		GMD, kg/d			PV	Edad	GMD
Edad	NoS[1]	SiS[2]	NoS[1]	SiS[2]	NoS[1]	SiS[2]				
14-51 días	68,8	66,5	51	57	0,70	0,62		0,001	<0,001	<0,001
52-113 días	139,9	133,2	113	120	1,14	1,06		<0,001	<0,001	<0,001
114-165 días	196,4	189,3	161	176	1,17	1,05		0,0008	<0,001	<0,001
166-235 días	267,3	263,9	228	236	1,08	1,03		0,184	<0,001	0,111
236-312 días	335,1	336,4	312	317	0,80	0,90		0,747	0,015	0,02
313-414 días	420,0	417,4	413	424	0,85	0,76		0,528	<0,001	0,0092

[1] Animales no diagnosticados de soplo a la entrada

[2] Animales diagnosticados con soplo

el momento de la entrada. La detección se realizó mediante la auscultación.

Los datos de crecimiento se analizaron con un análisis de la varianza siendo la presencia de soplo el efecto principal, y considerando la edad a la entrada como covariable. La incidencia de neumonías y de retrasos se analizó con una regresión logística de Poisson considerando la presencia de soplo como efecto principal.

Resultados

De los 74 casos detectados con soplo, 19 (el 25,67%) fueron baja frente a los 7.666 con ausencia de soplo con 216 bajas (el 2,81%).

Discusion

La diferencia en el porcentaje de bajas es el dato más significativo. Valoración económica de la baja de una ternera, suponiendo una edad media a la baja de 3 meses: 90 días x 2,57 €/día = 231,3 € + el valor inicial de la ternera de 14 días (350€) = 581€/animal

El aumento en el coste de la alimentación sería: 3 kg peso x 8 (por cada kilo de peso vivo comen hasta esa edad unos 8 kilos de materia seca) x160 €/tm (coste de la ración) = 3,8 €, con un retraso de 11 días x 2,57 €/día = 28,27 €. El coste en alimentación aumentaría 32 € /animal.

El mayor gasto en el tratamiento de neumonía si tenemos que tratarlas 2,6 veces más x el coste de una neumonía (para una ternera de unos 140 kg con antibiótico y antiinflamatorio = 6.78€) + trabajo = 18 €/animal.

Con estos resultados se plantea si es rentable recriar con esta malformación.

También debemos tener en cuenta que no se conoce la transmisión de este defecto, y si queremos que estas novillas sean futuras madres, pueden seguir transmitiendo esta malformación en la granja.

Referencias

Buczinski S, Fecteau G, DiFruscia R. Ventricular septal defects in cattle: A retrospective study of 25 cases. Can Vet J. 2006;47:246-252.

Cordy DR, Ribelin WE. Six congenital cardiac anomalies in animals. Cornell Vet 1950;40:249-256.

Leipold HW, Dennis SM, Huston K. Congenital defects in cattle: nature, cause and effect. Adv Vet Sci Comp Med. 1972;16:103-150.

Reef VB, McGuirk SM. Diseases of the cardiovascular system. In: Large Animal Internal Medicine.2002:443-478.

Van Nie CJ. Congenital malformations of the heart in cattle and swine. Acta Morphol Neerl Scand. 1966;6:387-393.

Estudio postmortem de la pleura visceral en el ganado bovino y su aplicación práctica en la biopsia pulmonar mediante toracoscopia

Postmortem study of the visceral pleura in cattle and its practical application in lung biopsy via thoracoscopy

N. Pérez Villalobos[1], I. Espinosa Crespo[2], J. González Fernández [5], S. Casademunt Garre[6], A. González-Bulnes[4], J.V. González Martín[1,3], S. Astiz Blanco[4]

[1]TRIALVET S.L, Madrid

[2]Clínico libre

[3]Facultad de Veterinaria, U.C.M, Madrid

[4]Dpto Reproducción Animal (INIA), Madrid

[5] MICROS VETERINARIA S.L, León

[6]HIPRA S.A

Introducción

Existen trabajos donde se pone de manifiesto la seguridad y el interés diagnóstico de la biopsia pulmonar percutánea en el ganado mediante diferentes tipos de agujas (Braun *et al.*, 1999; Burgess *et al.,* 2011; Sydler *et al.,* 2004, Brandy 2011, 2013) o Tru-Cut® (Sydler *et al.,* 2004) con resultados satisfactorios en cuanto a la ausencia de reacciones clínicas aunque sin utilidad diagnóstica demostrada para el Síndrome Respiratorio Bovino (SRB; Brandy, 2013). Por otro lado, sabemos que la toracoscopia en el ganado es una herramienta diagnóstica segura y de fácil utilización (Michaux *et al., 2014;* Scharner *et al., 2013;* Van Biervliet *et al.,* 2006) que permite la toma de muestras. Es muy poca la información disponible sobre las características que deben tener las muestras de biopsia para aportar información diagnóstica. Sabemos que tanto el estudio histopatológico como microbiológico de las muestras dependerá en gran medida de que las muestras obtenidas contengan tejido pulmonar de tipo parenquimatoso y no sólo pleural.

La pleura del ganado bovino que rodea íntimamente al pulmón se denomina pleura visceral. Se trata de un tejido conectivo fibroso rico en proteoglicanos (Francis y Thomas, 1974), que confieren al pulmón una estructura de soporte, además de otras propiedades biológicas (Radhakrishnamurthy *et al.,* 1979). No tenemos datos de la posible resistencia de este tejido conectivo como complicación a la técnica de biopsia mediante toracoscopia (BT).

Objetivo

El objetivo de este estudio fue determinar la viabilidad diagnóstica de las muestras obtenidas mediante la pinza de BT en el ganado vacuno valorando la interferencia de la pleura visceral sobre la calidad de las muestras obtenidas.

Material y métodos

Para ello, se tomaron 80 biopsias de 40 bovinos recién sacrificados en matadero (dos por animal: una de lóbulo craneal y otra de caudal) mediante la pinza usada en toracoscopia. Se recogieron datos de posibles factores de riesgo dependientes del animal: sexo, edad, peso y raza. Además se analizó la capacidad predictiva de ver macroscópicamente si había o no tejido pulmonar en la biopsia, comprobándola con la existencia de tejido parenquimatoso al microscopio (valor kappa). Las muestras se analizaron histopatológicamente en el laboratorio MICROS VETERINARIA SL, aportando datos sobre presencia, ancho y superficie de pleura, y presencia y superficie de parénquima.

Resultados

Los resultados descriptivos de las 80 muestras analizadas pueden observarse en la Tabla 1, de donde podemos observar que en 73 muestras (91%) se obtuvo tejido parenquimatoso, por lo que son útiles para el diagnóstico.

Se encontraron diferencias significativas entre el grosor de la pleura de los lóbulos craneales y los caudales (P=0,015) mostrando estos últimos un mayor grosor, obteniéndose muestras con mayor superficie de parénquima pulmonar de los lóbulos craneales (P=0,031) en relación a los caudales. El sexo, la raza y el peso no influyeron en los resultados de grosor pleural. La predicción de la presencia de tejido pulmonar a partir de la visualización macroscópica de la muestra mostró una sensibilidad del 97,2% y una especificidad del 71,4% (valor =0,687 y P<0,000).

Discusión

Estos datos indican que el porcentaje de muestras de biopsia pulmonar con utilidad diagnóstica es muy satisfactorio. La mayor idoneidad de las muestras se obtiene a partir de los lóbulos craneales, que ofrecen menor resistencia a la maniobra (*datos no publicados*), lo cual es de interés debido a que son los más afectados en el SRB, así como los primeros en mostrar alteraciones patológicas (Epperson, 2003; Rezac *et al.*, 2014). También son los que tienen un acceso más complicado para la técnica de biopsia percutánea a diferencia de la BT, lo que podría justificar los malos resultados de la biopsia pulmonar percutánea con toma de muestras ciega y con instrumentos de poco alcance (Brandy, 2013). Por otro lado, factores del propio animal como la edad, el peso, el sexo y la raza no parecen interferir en la utilidad de la biopsia (no afectan al porcentaje de parénquima pulmonar detectado).

Conclusión

En conclusión, las muestras pulmonares obtenidas mediante BT ofrecen unas excelentes condiciones como material biológico con el que realizar pruebas diagnósticas, en especial cuando se extraen de los lóbulos craneales y muestran un color rosado macroscópicamente. Ya están en marcha estudios que muestren las diferencias con la realización de esta técnica *in vivo* y los resultados de las diferentes técnicas diagnósticas a realizar.

La ecografía pulmonar como método diagnóstico y pronóstico de patologías respiratorias

Lung ultrasound as a diagnostic and prognostic method of respiratory diseases

B. Monsalve[1], J. Blanco[1], J.M. San Miguel[2], M. Re[1].

[1]Facultad de Veterinaria UCM, Mádrid

[2]Zoetis

Las patologías respiratorias son uno de los principales motivos de baja en los terneros de cebo. Además de las perdidas por la baja de algunos animales, la presencia de enfermos crónicos origina perjuicios económicos debido a la administración de tratamientos veterinarios infructuosos, a la perdida en la capacidad productiva y a los gastos relacionados con su mantenimiento. El objetivo de este trabajo fue diagnosticar a animales con patologías respiratorias graves mediante ecografía, con el fin de reducir, de forma considerable las pérdidas en el cebadero.

Con los métodos clásicos (exploración física y auscultación pulmonar) resulta complicado evaluar de forma efectiva y objetiva el grado de lesión pulmonar que presenta el animal y realizar un pronóstico. La ecografía pulmonar es un método de diagnóstico poco utilizado hasta el momento debido al desconocimiento de la técnica pero resulta, fácil, rápida de realizar, y al alcance de la mayoría de los clínicos, ya que se puede realizar con la misma sonda lineal de 5 MHz que se utiliza para reproducción.

Para la realización de este trabajo se valoraron 24 animales (12 charoleses, 10 frisones y 2 limousines) procedentes de diferentes cebaderos. Se exploraron clínica y ecográficamente 5 terneros vivos con patología pulmonar, dos de los cuales se habían sacrificado para la necropsia y se habían realizado ecografías pulmonares y necropsias en un total de 21 cadáveres. Se elaboró un protocolo de actuación, en el que se hacía constar la procedencia del animal, los datos del examen clínico, incluyendo los resultados de la auscultación pulmonar bilateral, el examen ecográfico pulmonar bilateral y los hallazgos de la necropsia. Luego se compararon los resultados de la ecografía y de la necropsia en 21 terneros.

Para la realización de las ecografías, tras haber rasurado previamente la zona, se empleó un ecógrafo Logic Book XP (GE, Healthcare, Wuxi, China) con una sonda lineal multifrecuencia de 5 MHz en sentido longitudinal perpendicular a los espacios intercostales 4, 5 y 6 en sus regiones dorsal, media y ventral. Se evaluaba la pleura que en un animal sano se corresponde a una línea hiperecogénica horizontal y se visualizaban las zonas de pulmón representadas, en animales sanos, por líneas hiperecogénicas horizontales y paralelas que corresponden a un artefacto por reverberación. Pósteriormente se realizó la necropsia de los terneros y se compararon los hallazgos con las imágenes ecográficas. Los hallazgos ecográficos más relevantes fueron: pleuritis, derrames pleurales, bronquitis, atelectasia, consolidación y abscesos de múltiples tamaños, asociados a neumonías catarrales, broconeumonías fibrinosas y neumonías caseo-necróticas. La pleuritis se puede visualizar como un engrosamiento de la pleura o como líneas hiperecogénicas verticales múltiples que parten desde la pleura y alcanzan el final de la pantalla (colas de cometa). El derrame pleural se visualiza como una imagen anecoica entre la pleura parietal y la visceral. En la consolidación pulmonar los espacios aéreos están rellenos de líquido o células inflamatorias, por lo que, la imagen del pulmón es hipoecogénica con puntos hiperecogénicos debidos a la presencia de pus.

En cuanto a los hallazgos de necropsia, las lesiones en los animales con patologías respiratorias incipientes se localizaron en la región más craneal (lóbulos craneales, cardíacos y accesorios), estando la región ventral de los pulmones más afectados que la dorsal. Así, en los animales en los que se ha observado ecográficamente bronquitis, a la hora de hacer la necropsia se han encontrado pulmones con neumonía catarral incipiente, con zonas de consolidación y con numerosos abscesos de pequeño tamaño (hasta 2 cm de diámetro).

Ecográficamente, se diagnosticaron como sanos 3 terneros, 3 como enfermos leves, 5 como moderados y 10 como graves. De todos los animales a los que se realizó la necropsia, 3 animales no presentaban lesiones pulmonares relevantes, 3 lesiones leves, 5 lesiones moderadas y 10 lesiones graves. Por lo tanto se diagnosticaron correctamente mediante ecografía el 100% de los animales sanos, 100% de los enfermos leves, el 100% de los enfermos moderados y el 100% de los enfermos graves.

Por todo ello, la sensibilidad y especificidad de la técnica utilizada en este trabajo fue de un 100% para ambos casos. La probabilidad de diagnosticar como enfermo a un animal que verdaderamente lo está y la probabilidad de diagnosticar como sano a un individuo sin enfermedad fue del 100%.

Conclusión

Como conclusión, podemos afirmar que la ecografía es una técnica de diagnóstico y pronóstico útil con la que podemos realizar una buena predicción del alcance de las lesiones en los pulmones de los terneros, pudiendo localizar a aquellos animales con lesiones moderadas y graves que generan enormes pérdidas en los cebaderos.

Arqueopatología: laminitis crónica en bovinos representados en bajorrelieves de arte egipcio

Archeopathology: chronic bovine laminitis represented in egyptian art bas-reliefs

L.M. Ferrer Mayayo [1], L.M. Cebrián Yagüe[2], J.J Ramos Antón[1], A Domínguez Arranz[3], M. Espada Aguirre [2]

[1]Departamento de Patología Animal. Facultad de Veterinaria de Zaragoza

[2]Gabinete Técnico Veterinario S.L. Zaragoza

[3]Departamento de Ciencias de la Antigüedad. Universidad de Zaragoza

En la vida cotidiana del antiguo Egipto el ganado vacuno era de vital importancia por su participación en los trabajos agrícolas y de transporte, así como por su utilidad como alimento (carne, leche) y producción de estiércol, etc. Los egipcios atribuían a la leche de vaca un valor curativo y, además, un elemento que ayudaba a los muertos para renacer. La diosa Hesat era considerada la fuente de la leche nutricia, y los antiguos egipcios se refieren a la leche como la "cerveza de Hesat". La imagen de Hathor, como Vaca Divina que amamanta al faraón, era bastante común en el arte egipcio antiguo. Su posesión significaba riqueza y esta importancia está bien contrastada a través de numerosos documentos, pinturas, maquetas y bajorrelieves que representan bovinos en diferentes actividades de la producción, cría y rituales religiosos.

En algunos templos podemos encontrar bajorrelieves en los que puede verse el engorde de animales destinados al sacrificio ritual, como gansos o bueyes. Estos últimos eran engordados con una dieta a base de cereales y forrajes, pero también les daban una masa de pan empapado en aceite y vino. En algunas escenas se aprecian que les dan de comer con la mano o les aplican alguna medicina. Bajo Ramsés III se sacrificaron en un año, solamente en los altares de Amón, 16.000 bovinos y 22.000 gansos.

Los bueyes se sacrificaban mediante degüello, se eviscerabán y despellejaban y las piezas se presentaban como ofrendas en los sacrificios rituales para los dioses y los muertos, pero solamente la consumían los sacerdotes y sus familias. El resto (vísceras, tajos bajos...) era distribuido entre los trabajadores o revendido por los carniceros. La carne de vacuno era la carne de la realeza y los muy ricos; los menos ricos comían carne de cordero o cabra, mientras que los pobres subsistían con una dieta basada vegetales y pescado. En este sentido es importante señalar que el 38% de las momias estudiadas mostraban signos de arterioesclerosis.

En la mayoría de las representaciones de las pezuñas se aprecia que las medidas del ángulo de la pared del casco con la suela son las normales, entre 45º y 50º. El cantero plasma en vista lateral la transición entre la zona de la pared y de los talones, en pezuñas con dimensiones perfectas. Existen escasas representaciones de animales cebados hasta un grado de engrasamiento extremo, y en éstos, y solamente en éstos, hemos encontrado pezuñas deformadas. La mayoría de estas representaciones se corresponden con el Imperio Nuevo (dinastías XVIII a XXV) que duró unos 500 años (1550-1069 a. C.), un periodo de gran esplendor.

En el bajorrelieve de Akhenaton IV (XVIII dinastía) encontrado en Menphis (hoy en el *Metropolitan Museum* de New York), podemos ver cómo un cuidador está sobrealimentando a un grupo de bueyes y todos ellos tienen las pezuñas largas y pandeadas. Bueyes y vacas eran sometidos a un régimen especial de engorde para las celebraciones rituales.

En las representaciones localizadas en el templo de Abydos, iniciado por Seti I y terminado por su hijo Ramsés II, se aprecian animales engordados hasta alcanzar proporciones inmensas, alguno adornado con plumas de avestruz, en las procesiones previas al sacrificio. Estos animales (en los que es posible apreciar la porción distal de las extremidades) se representan con pezuñas largas y pandeadas, pero sin testículos ni ubre. Sin embargo, en el mismo templo existen representaciones que pueden identificarse como machos o hembras por estar representados con sus atributos correspondientes y con pezuñas normales.

Igualmente, en el templo erigido en Medinet Habu y ampliado por Ramsés III (1217-1123 a.C.), en un bajorrelieve del templo funerario con escenas del Libro de los Muertos y relieves ceremoniales se muestran dos hermosos bovinos con un estado corporal "superior al 4,5" y con un claro crecimiento desproporcionado de las pezuñas. La escena podría representar un desfile ceremonial previo a las ofrendas rituales divinas, posiblemente como expresión de los triunfos obtenidos en las victorias navales y terrestres frente a los Pueblos del Mar.

Estas alteraciones del crecimiento de las pezuñas que, pese a lo esquemático del arte egipcio, tan claramente representó el artista, estimamos que pueden ser consecuencia de una laminitis crónica de causa nutricional. La laminitis, como es bien sabido, es una inflamación aséptica y difusa del corion de la pezuña. Además de las causas mecánicas de esta inflamación que provocan una agresión física al corión, la laminitis se ha asociado al manejo nutricional y a las raciones que producen acidosis ruminal. La acidosis ruminal subaguda y crónica es un proceso frecuente en cebaderos de terneros, con dietas muy ricas en hidratos de carbono y consumos muy bajos de fibra. Esta deformación es muy característica en la pezuña lateral pósterior de las vacas lecheras, en las que podemos observar que su margen anterior está pandeado, los anillos de crecimiento se distancian hacia la parte de los talones, la forma de la suela es convexa y es más alta que su homóloga medial. En terneros de cebo la deformación de las pezuñas anteriores es más llamativa y en ellas podemos ver un mayor crecimiento de la pared de la pezuña lateral con el borde anterior pandeado y crecimiento en forma de gancho de la pezuña medial. Alguna de estas deformaciones se puede apreciar perfectamente en los frisos egipcios referidos

Así pues, el estudio de las representaciones en pinturas y bajorrelieves egipcios, particularmente durante el Imperio Nuevo, puede darnos idea de los sistemas de manejo, alimentación y patologías asociadas en aquellos animales, e igualmente contribuye a profundizar en la interpretación de las formas de vida nilótica tomando como base los descubrimientos realizados por los egiptólogos.

NUTRICIÓN

Descripción de los errores de pesada de los ingredientes de las raciones de alta producción en ganaderías de vacuno de leche de California

Description of deviation from formulated target weight of the high cow ration and the high cow premix recipes on CA dairy farms

Y. Trillo[1], A. Lago[2], N. Silva-del-Río[1]

[1]UC Davis School of Veterinary Medicine, VMTRC, Tulare, CA, USA

[2]DairyExperts, Tulare, CA, USA

Objectives

The objective of this study was to describe the deviation from target weight of the various ingredients added into the high cow ration recipe and the high cow premix recipe on 26 dairy cattle farms on California

Materials and methods

A twelve month data backup was obtained from the feeding management software (FMS) FeedWatch *vs.* 7.0 (VAS, Tulare, CA) of twenty-six Californian dairies ranging in size (lactating and dry cows) from 1,100 to 6,900 cows. Only FMS records for high producing lactating cows were evaluated in this study. Records included information from two recipes, high cow ration (HCR; 488,359 ingredient loads) and high cow premix (HCP; 72,726 ingredient loads) recipes. Five dairies did not prepare the HCP recipe on farm. Dairies were numbered according to its herd size, from the larger (Dairy 1) to the smaller (Dairy 26). The variables included in the data set were: date, recipe, recipe number, ingredient, loading sequence, target weight, actual weight, tolerance level (TL, deviation allowed during ingredient loading) and feeder ID.

Results and discussion

The median TL assigned to ingredients across dairies ranged from 9 to 90 kg. The TL allowed a deviation from the median formulated target for the various ingredients across dairies of: 0% (8.7%), >0–2% (45.2%), >2–5% (25.5%), >5–10% (11.6%) and >10% (9.0%). Five dairies had less than 20% of the ingredients with a deviation from the median formulated target allowed by the TL above 2%. And, eleven dairies had at least 50% of the ingredients with a deviation allowed by the TL above 2%. A total of 12,439 ingredient loads (2.5% of the total observations) did not reach the target weight set by TL, and represented from 0.1% (Dairy 25) to 21.1% (Dairy 26) of all loads within a given dairy.

For each of the ingredients loaded (HCR and HCP), the deviation from the formulated target weight was <-10% (2.5%), -10 to <-2% (13.7%), -2 to <0% (32.8%), 0% (3.9%), >0 to 2% (36.7%), >2 to 10% (10.1%) and >10% (0.2%). And, across dairies the median deviation from the target weight for the HCR recipe varied from <-2% (n=2), -2 to <-1% (n=2), -1 to 0% (n=6), >0 to 1% (n=11), >1 to 2% (n=3), >2% (n=2).

Based on IQR (|<20| kg), seven dairies (Dairies 3, 6, 8, 11, 16, 18, 22 and 26) loaded precisely all or most ingredients (table 1). Whereas, nine dairies (Dairies 4, 5, 7, 10, 14, 15, 19, 23 and 25) loaded most or all ingredients with moderate to poor precision (IQR: |≥20| kg). Based on Q_1 (|<10| kg), eleven dairies (Dairies 3, 6, 8, 12, 16, 17, 18, 21, 22, 24 and 26) loaded all or most ingredients very accurately. Whereas, four dairies (Dairies 9,

Table 1. Deviation in absolute value (kg) from the expected target weight for premix, alfalfa hay, corn silage, rolled corn, almond hulls, liquids, cottonseed, and canola included into high cow ration and high cow premix during a twelve month period in 26 dairy cattle farms in CA

Ingredient type		Dairies																									
		3	26	22	16	18	8	6	11	21	17	2	24	12	13	20	9	1	23	25	19	7	15	14	5	10	4
IQR (Q_3 - Q_1)	Premix	2	11	4	12	15	12	14	14	14	16	12	28	15	19	14	24	29	36	23	24	42	41	45	24	42	49
	Alfalfa hay	6	17	14	15	15	24	11	18	23	29	19	14	20	21	41	32	27	33	25	28	35	31	39	66	29	90
	Corn silage	0	14	14	15	15	19	14	20	19	26	21	30	20	22	30	31	29	45	23	27	48	41	61	54	60	128
	Rolled corn	3	6	4	13	13	5	14	—	11	9	14	14	18	14	12	16	20	23	21	19	29	40	36	41	63	175
	Almond hulls	0	11	4	8	13	5	12	16	4	17	11	10	16	—	13	16	16	31	18	22	22	28	24	31	23	171
	Liquids	2	6	17	9	9	—	29	7	1	13	57	8	—	12	24	4	31	10	24	43	9	14	15	26	73	34
	Cottonseed	0	8	14	7	14	5	14	—	7	14	—	25	21	44	11	52	14	—	20	33	36	31	182	34	26	131
	Canola	1	4	9	—	—	6	—	—	47	16	—	15	17	17	25	64	44	—	21	28	27	37	283	24	35	208
25th percentile (Q_1)	Premix	4	6	4	3	6	4	8	12	4	6	10	0	9	10	7	7	11	7	11	9	10	10	12	19	9	22
	Alfalfa hay	7	9	8	6	9	14	11	15	5	9	14	7	9	12	0	13	11	10	14	13	12	10	11	44	8	28
	Corn silage	5	6	7	6	7	9	8	14	7	8	11	9	10	10	11	10	12	13	9	9	12	12	13	41	19	29
	Rolled corn	3	5	4	4	4	3	8	—	4	6	8	6	8	9	10	7	9	7	12	7	8	10	9	32	15	32
	Almond hulls	3	5	4	4	6	3	0	13	4	6	10	5	9	—	9	6	8	9	15	9	9	9	8	28	8	31
	Liquids	1	4	5	3	13	—	9	38	1	4	19	5	9	—	12	4	14	7	58	42	13	6	9	61	18	18
	Cottonseed	4	4	8	4	6	6	8	—	4	5	—	7	9	13	10	14	8	—	13	12	11	9	22	25	7	29
	Canola	3	5	4	—	—	2	—	—	7	6	—	6	9	8	15	17	11	—	12	10	8	8	33	18	10	32
75th percentile (Q_3)	Premix	6	18	9	15	22	16	22	27	18	23	22	29	24	29	22	31	41	43	34	33	52	52	57	43	51	71
	Alfalfa hay	13	26	22	22	25	39	22	34	29	39	34	22	30	34	41	45	39	43	40	41	48	42	51	111	37	118
	Corn silage	6	20	21	22	22	29	22	35	27	34	32	40	30	33	42	42	42	59	33	36	60	53	74	96	79	157
	Rolled corn	7	12	9	18	18	9	22	—	15	16	22	20	26	23	22	24	30	30	33	27	38	51	46	73	78	208
	Almond hulls	4	17	9	13	19	9	12	30	9	24	22	16	26	—	22	22	25	41	33	31	31	38	33	59	31	202
	Liquids	4	11	23	13	22	—	38	45	3	18	76	13	22	—	36	9	46	18	83	85	22	21	24	87	92	52
	Cottonseed	4	13	23	11	21	11	22	—	12	20	—	33	31	58	22	67	22	—	34	45	47	40	205	60	33	160
	Canola	5	10	13	—	—	9	—	—	54	23	—	21	27	26	41	82	56	—	34	39	35	45	316	42	46	240

[1] IQR: white (|<20| kg), grey (|20| to |40| kg), dark (|>40| kg).
[2] Q_1: white (|<10| kg), grey (|10| to |20| kg), dark (|>20| kg).
[3] Q_3: white (|<25| kg), grey (|25| to |40| kg), dark (|>40| kg).

10, 15 and 19) loaded accurately only half of the ingredients. Six dairies (Dairies 3, 6, 16, 18, 22 and 26) loaded all or most ingredients with Q_3 |<25| kg whereas for six dairies (Dairies 1, 7, 13, 14, 15 and 23) Q_3 was |≥25| kg.

Accuracy (Q_1) and precision (IQR) were positively associated, but the correlation coefficient was poor (r=0.537; *P*<0.0001). A strong correlation was observed between precision (IQR) and extreme deviations from target based on Q_3 (r=0.982, *P*<0.0001).

Rolled corn and almond hulls were very precisely loaded (IQR: |<20| kg) in 68% of the dairies. Also, most dairies (n=19) loaded almond hulls accurately (Q_1: |<10| kg) with moderate deviations from target (Q_3: |<40| kg). Overall, 60.0 to 61.5% of the dairies had a large or very large IQR (>20 kg) for alfalfa hay, corn silage and canola respectively. And, in 34.6%, 38.5% and 45.0% of the dairies there was a large opportunity to reduce the deviation from target (Q_3: |>40| kg) that represented 2.1 to 12.9% (alfalfa hay), 2.2 to 5.5% (corn silage) and 2.3 to 7.3% (canola) of the target weight.

Conclusions

- The TL settings introduced an important deviation from the target weight for some ingredients. Dairy producers should evaluate if readjusting the TL settings of some ingredients might improve accuracy.
- The overall deviation from target weight indicated some dairies were able to weight precisely and accurately all or most ingredients suggesting that dairies performing poorly could set higher goals.

Accuracy and precision might be influence by ingredient type, as some ingredients (rolled corn and almond hulls) were loaded with good precision and accuracy, whereas others (alfalfa hay, corn silage and canola) were loaded with poor precision.

Perfiles metabólicos y endocrinos en novillas de carne sometidas a distintos manejos desde el nacimiento hasta su primera cubrición a 15 meses

Metabolic and endocrine profiles in beef heifers submitted to different managements from birth to first breeding at 15 months

A. Sanz, J.A. Rodríguez-Sánchez, J. Ferrer, I. Casasús

CITA, Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria del Gobierno de Aragón

El manejo de las novillas de reposición es un factor clave que determinará sus rendimientos en la fase adulta. En las explotaciones de vacuno de carne suelen recibir menos atención de la debida; sin embargo, es necesario fijar unos objetivos de manejo: una edad y un peso a primera cubrición, tratando de reducirlos al máximo, sin comprometer el peso al primer parto. En este trabajo se aborda el estudio de la evolución de los perfiles metabólicos y endocrinos en novillas de carne sometidas a distintos ritmos de crecimiento en las fases de Lactación (0-6 meses) y Recría (6-15 meses), y su posible implicación en los mecanismos fisiológicos a través de los que la alimentación actúa sobre la entrada en pubertad, fertilidad y desarrollo de novillas cubiertas a los 15 meses.

Se realizó un ensayo en el CITA de Aragón, con 29 terneras de raza Parda de Montaña, distribuidas de forma homogénea por peso y fecha de nacimiento, según un diseño factorial de 2x2, en función de los ritmos de crecimiento en Lactación (1,0 *vs.* 0,7 kg/d, Lact_A y Lact_B, respectivamente) y Recría (1,0 *vs.* 0,7 kg/d, Recr_A y Recr_B). Durante la Lactación, las terneras se alimentaron de leche de las madres, y además las terneras Lact_A recibieron pienso de arranque a voluntad (18,6% PB). En la Recría, las novillas recibieron heno de alfalfa a voluntad (11,9% PB) y un suplemento de 12 y 6 g de pienso crecimiento/kg PV (15,7% PB) para Recr_A y Recr_B. A los 15 meses (seis meses antes de la edad habitual), se inició un protocolo Ovsynch acompañado de un progestágeno e inseminación 14 días más tarde. Se realizó una segunda inseminación a celo visto en las novillas vacías. Semanalmente, se registraron los pesos y se tomaron muestras de sangre para determinar los niveles periféricos de metabolitos (glucosa, AGNE, β-hidroxibutirato, colesterol, urea), IGF-I y leptina.

Obviamente, los crecimientos de las novillas estuvieron determinados por las dietas en Lactación y Recría, registrándose además un crecimiento compensador en las terneras que habían presentado menores crecimientos en Lactación, aunque no suficiente para compensar el PV a los 15 meses (456 *vs.* 415 kg, para Lact_A y Lact_B, *P*<0,01) (Rodríguez-Sánchez *et al.*, 2014). Todas las novillas alcanzaron la pubertad con un PV medio de 327 kg (56% peso adulto), aunque a distinta edad según la dieta recibida en Lactación (10,3 *vs.* 12,0 m, para Lact_A y Lact_B, *P*<0,01) y Recría (9,8 *vs.* 12,5 m, para Recr_A y Recr_B, *P*<0,001). La fertilidad final fue similar en los cuatro lotes (89%), aunque las novillas con mayores crecimientos en Recría necesitaron más inseminaciones para quedar gestantes (1,96 *vs.* 1,27, *P*<0,05), y por tanto, fueron mayores a la concepción (16,6 *vs.* 15,9 meses, *P*<0,05).

Las novillas Lact_A presentaron más concentración de glucosa al destete (6,42 *vs.* 4,75 mmol/L, *P*<0,001), diferencia que desapareció en la Recría. Globalmente, se observó mayor nivel de glucosa en Lactación que en Recría (5,59 *vs.* 4,75 mmol/l, *P*<0,001). Se detectó una correlación positiva entre el nivel de glucosa de las novillas a los 9 meses de vida y el número de inseminaciones necesarias para quedarse gestantes (r=0,57, *P*<0,01). Los animales Lact_A también mostraron al destete mayor nivel de urea (5,57 *vs.* 4,13 mmol/l, *P*<0,001) y menor nivel de AGNE (0,20 *vs.* 0,44 mmol/l, *P*<0,001). Por su parte, el nivel de colesterol fue similar en todos los animales en Lactación, pero aumentó en Recr_A, especialmente a los 9 meses de vida (2,90 *vs.* 2,05 mmol/l, *P*<0,001), momento en el que el colesterol presentó una relación negativa con la edad a la pubertad (r=-0,50, *P*<0,01) y una relación positiva con el número de inseminaciones necesarias para la concepción (r=0,68, *P*<0,001).

El nivel de IGF-I fue muy superior en los animales Lact_A (288,9 *vs.* 106,0 ng/ml, *P*<0,001). A partir del destete, el perfil de IGF-I reflejó claramente la evolución de los pesos (r=0,78, *P*<0,001). La concentración de IGF-I de las novillas a los 9 meses de edad mostró una correlación con el inicio de pubertad (r=-0,54, *P*<0,01). A lo largo del ensayo, también se observaron mayores niveles de IGF-I a medida que los animales crecían (146,0 *vs.* 210,1 ng/ml, a los 3 y 15 meses, *P*<0,001). Por el contrario, no se encontraron diferencias significativas en los niveles de leptina de los distintos tratamientos estudiados, ni en las distintas fases de desarrollo; únicamente aumentó entre las fases de Lactación y Recría (2,04 *vs.* 2,48 ng/ml, *P*<0,01).

Los distintos ritmos de crecimiento impuestos en este estudio no afectaron a la tasa de fertilidad obtenida en cubriciones a 15 meses. La glucosa, los AGNE, el colesterol y especialmente el IGF-I fueron los mejores indicadores del estado nutricional y metabólico de las novillas. Su determinación en torno a los 9 meses de vida podría ser una herramienta útil de cara a la selección de la futura reposición.

Referencias

Rodríguez-Sánchez J.A., Casasús I., Sanz A. (2014). Repercusiones del nivel de alimentación durante la Lactación y la Recría sobre los rendimientos de novillas de raza Parda de Montaña. XVII Congreso Internacional ANEMBE de Medicina Bovina, Oviedo (España). 262-264.

Perfil mineral (elementos esenciales y tóxicos) en ganado vacuno lechero en explotación ecológica y convencional en España

Profile of essential trace and toxic elements in organic and conventional dairy cattle in Spain

M. Miranda[1], F. Rey-Crespo[2,4], C. Herrero-Latorre[3], L. Rigueira[1], M. López-Alonso[2]

[1]Departamento de Ciencias Clínicas Veterinarias, Facultad de Veterinaria, Universidad de Santiago de Compostela, Lugo

[2]Departamento de Patoloxía Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Santiago de Compostela, Lugo

[3]Departamento de Química Analítica, Nutrición y Bromatología, Facultad de Ciencias, Universidad de Santiago de Compostela, Lugo

[4]Centro Tecnológico Agroalimentario de Lugo (CETAL), Lugo

Objetivos

El objetivo de este trabajo fue establecer el perfil mineral del ganado lechero en España y evaluar la diferencia entre los sistemas ecológicos y convencionales mediante el uso de análisis quimiométricos (análisis de componentes principales y análisis de cluster).

Material y métodos

Se analizaron 14 elementos, 10 esenciales (Co, Cr, Cu, Fe, I, Mn, Mo, Ni, Se y Zn) y 4 tóxicos (As, Cd, Hg, Pb) en 522 muestras de sangre de vacuno lechero (341 de granjas ecológicas y 181 de granjas convencionales, de las cuales 115 en pastoreo y 66 en intensivo) por espectroscopía de masas con fuente de plasma acoplada (ICP-MS).

Resultados y discusión

Al igual que en otros países europeos, en España se observaron deficiencias de Se, Cu y I, tanto en el ganado ecológico como en el convencional, si bien el porcentaje de deficiencia fue significativamente mayor en las explotaciones ecológicas.

El análisis de componentes principales (ACP) mostró una clara separación natural entre las muestras de explotaciones ecológicas y convencionales. A su vez, se han identificado también los dos subgrupos de muestras convencionales (intensivo y pastoreo); observándose una clara transición desde ecológico a convencional-pastoreo y convencional-intensivo. Este hecho nos indica diferencias claras en el perfil mineral entre ecológico y convencional; está claro que las granjas convencionales en pastoreo son muy similares a las ecológicas, diferenciándose únicamente por las limitaciones de la producción en ecológico. Por lo tanto, es evidente que el contenido mineral en sangre está claramente influenciado por el tipo de manejo y alimentación.

El análisis de cluster (AC) nos permitió ver los grupos naturales y asociaciones entre elementos. El dendrograma obtenido después de la aplicación de AC a la matriz completa de datos X_{522x14} nos permite ver 3 asociaciones de elementos: un grupo de elementos relacionados con el manejo (I, Se y As), un segundo grupo relacionado con la dieta, concretamente con la suplementación mineral (Cr, Hg, Cu, Zn y Pb); y un último grupo de minerales asociados al suelo (Co, Ni, Fe, Mn, Mo y Cd). Los datos de las granjas convencionales (X_{181x14}) presentan asociaciones similares al conjunto completo de datos; sin embargo, en las granjas ecológicas (X_{341x14}) no observamos estos patrones de asociación y todos los elementos relacionados con el manejo (como I y Se) se posicionan en grupos separados. Además de identificar las principales deficiencias de elementos traza en vacuno lechero en España, el análisis quimiométrico de nuestros datos ha permitido establecer, por primera vez, un patrón de elementos esenciales y tóxicos en el ganado vacuno relacionado con el tipo de explotación. El gran peso de las granjas convencionales en el análisis (a pesar de que representan sólo el 35% de las muestras) posiblemente indica un alto grado de estandarización y manejo nutricional en comparación con las granjas ecológicas. En las granjas ecológicas las asociaciones de elementos esenciales no son tan fuertes como en el convencional, lo que posiblemente indica un menor grado de estandarización del sistema de producción ecológico en comparación con el convencional, con una particular influencia de las condiciones ambientales locales. De hecho, el suelo parece tener un peso mayor en el estado de los elementos esenciales que la dieta.

Conclusiones

Esta investigación ha demostrado que el metabolismo de los elementos esenciales y la acumulación de metales tóxicos es muy complejo, valorar las interacciones entre metales y tener en cuenta concentraciones relativamente bajas de otros elementos es esencial para interpretar correctamente el estatus mineral. Mientras que en los sistemas convencionales el estado mineral de los animales viene determinado por la suplementación mineral de los concentrados; en los sistemas ecológicos, la ingestión de suelo tiene una gran y especial contribución. Esto hace que el conocimiento general de la suplementación mineral de las explotaciones convencionales no pueda extrapolarse directamente a las ecológicas. Nuestro estudio también demostró que las deficiencias minerales son más frecuentes en los sistemas ecológicos, y cuando sea necesario hacer una suplementación debe adaptarse a las necesidades particulares de cada granja limitando las entradas y evitando interacciones indeseables entre minerales.

COMUNICACIONES CALIDAD DE LECHE

Tratamiento de la mastitis por *Streptococcus uberis* en lactación: factores que afectan a la curación bacteriológica

Streptococcus uberis mastitis treatment during the lactation period: factors affecting the bacteriological cure

F.J. Dieguez[1,2], C. Andreu[3], L. Macias[1], M.L. Sanjuán[1], S. Simjee[3], G. Vertenten[3], E. Yus[1]

[1]Instituto de Investigación y Análisis Alimentarios. Universidad de Santiago de Compostela. Facultad de Veterinaria de Lugo

[2]Departamento de Anatomía y Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Santiago de Compostela, Lugo

[3]Elanco Animal Health. Alcobendas, Madrid

Streptococcus uberis es uno de los agentes infecciosos de mayor prevalencia en la mastitis bovina. La terapia antibiótica no suele administrarse durante la lactación sino que es habitual esperar para tratar en secado, cuando es viable usar preparados de mayor persistencia en la ubre. Sin embargo, el tratamiento en lactación es una opción a considerar para evitar que el recuento de células somáticas (RCS) de tanque alcance las 400.000 cel/mL, para tratar casos clínicos o evitar casos crónicos, como sucede con frecuencia en mastitis causadas por *Str. uberis*.

El objetivo del presente estudio es determinar qué factores condicionan la curación bacteriológica de mastitis causadas por *Str. uberis* tras la terapia antibiótica en lactación. Además, un objetivo secundario fue identificar los factores relacionados con el aislamiento de diferentes agentes infecciosos en los casos de reinfección tras el tratamiento. Para ello, durante un periodo de 24 meses (Mayo 2012-Mayo 2014) se tomaron muestras y datos de un total de 182 vacas frisonas de 74 explotaciones localizadas en Galicia afectadas por mastitis por *Str. uberis*.

Para cada uno de los animales incluido en el estudio se registraron datos de granja e individuales que se procesaron mediante regresión logística multinomial. El número de lactación del animal, los días en leche en el momento de diagnóstico de mastitis por *Str. uberis*, el RCS del cuarterón infectado, la duración del tratamiento, y el tamaño de la explotación (número de vacas presentes) se consideraron variables continuas. El tipo de estabulación (libre o fija), el tipo de mastitis (clínica o subclínica; definida por el veterinario responsable del programa de calidad de leche de la explotación), el perfil de resistencia antibiótica de la cepa de *Str. uberis* aislada y el tratamiento aplicado (combinación de un antibiótico β-lactámico vía intra-mamaria y un macrólido –tilosina- vía parenteral, o bien combinación de un antibiótico β-lactámico vía intra-mamaria y vía parenteral) se consideraron variables categóricas.

La curación bacteriológica (definida como la ausencia de crecimiento en el cultivo de la muestra tomada tres semanas después del tratamiento) se logró en 70 de los 182 casos (41.7%). El análisis de regresión indicó que la probabilidad de curación bacteriológica era inferior en los animales con mayor número de lactación (OR=0,77; *P*=0,07) y aumentaba al incrementarse la duración del tratamiento intra-mamario (OR=2,19; *P*=0,03). La probabilidad de curación no fue significativamente distinta para los diferentes tratamientos aplicados (*P*=0,67).

En 41 (24,4%) y 10 (5,9%) de los cultivos realizados 3 semanas después del tratamiento se aisló *Str. uberis* y *Staphylococcus. aureus*, respectivamente. El análisis de regresión indicó que la probabilidad de aislar *S. aureus* practicamente se duplicaba por cada lactación adicional de la vaca (OR=1,98; *P*<0,01) y era 5 veces inferior en los animales que habían recibido el tratamiento que combina una tilosina pareteral y β-lactámicos intra-mamarios en comparación con los animales tratados con β-lactámicos vía intra-mamaria y parenteral (OR= 1/0,21; *P*=0,07).

S. aureus es, junto con *Str. uberis,* uno de los agentes infecciosos con mayor prevalencia y presenta grandes dificultades de tratamiento debido la alta proporción de resistencias a diferentes grupos de antibióticos. El tratamiento con dosis altas de β-lactámicos, que puede resultar eficaz en mastitis causadas por bacterias del género estreptococos (no productores de β-lactamasas) presenta una eficacia muy limitada frente a infecciones por estafilococos. Los resultados de este estudio sugieren que el uso combinado de β-lactámicos por vía intra-mamaria y parenteral podría incluso favorecer las mastitis por *S. aureus* al eliminar los otras bacterias que compiten por el mismo nicho. Por el contrario, la inclusión de tilosina en la pauta antibiótica ofrece la misma eficacia frente a los estreptococos y puede minimizar el riesgo de que aparezcan *S. aureus* tras el tratamiento.

En conclusión, de los factores estudiados, el número de lactación de la vaca y la duración del tratamiento intra-mamario eran los que determinaban en mayor medida la posibilidad de curación bacteriológica; por el contrario el tipo de tratamiento empleado no estaba asociado a la misma.

COMUNICACIONES SANIDAD

Utilidad de las evidencias clínicas en la detección de casos de infección activa por el virus BVD en granjas bovinas españolas

Usefulness of clinical evidences to determine active BVD-infections in Spanish bovine farms

S. Astiz[1], L. Cogollos[1], J. M. Loste[2], G. Aduriz[3], M. Cerviño[4]

[1]Departamento de Reproducción Animal (INIA) Madrid

[2]Albaikide S.A., Irurzun, Navarra

[3]Neiker Tecnalia, Derio, Vizcaya

[4]Boehringer-Ingelheim España S.A., Sant Cugat del Vallés, Barcelona

Introducción

El virus de la diarrea vírica bovina (BVD) es muy relevante en el bovino por su alta prevalencia, por sus efectos clínicos y por su repercusión económica.

El virus puede originar enfermedad subclínica, diarrea, problemas respiratorios, reproductivos, abortos tempranos y tardíos, reabsorciones, malformaciones y enfermedad de las mucosas.

Objetivo

El objetivo del trabajo fue valorar la efectividad de la sospecha clínica del veterinario de campo en la detección de infecciones activas por el virus BVD y analizar la sintomatología detectada.

Material y métodos

Desde mayo-2013 hasta diciembre-2014 se estableció una red de veterinarios en distintas comunidades autónomas[1], abarcando profesionales de cebo, nodrizas y leche. Se les solicitaba la colaboración cuando tuvieran sospechas clínicas de infección por el virus BVD. En base a una encuesta los síntomas se podían agrupar tal y como se muestra en la tabla 1.

Una vez recabada esta información se planificaba un muestreo, determinando la cohorte poblacional de animales en el rebaño en el que podría ser más probable localizar un animal positivo a la prueba antigénica del virus BVD (Ag+), ya fuera un animal persistentemente infectado (PI) o una infección transitoria, y se remitían las muestras para su análisis a Neiker. Los análisis efectuados fueron, según el tipo de muestra, detección de antígenos del virus BVD por ELISA de captura (Erns; IDEXX; tejidos de oreja, sangre con EDTA, suero y plasma); detección de Ac anti-p80 por ELISA de bloqueo (IDEXX; Suero o plasma); detección del virus-BVD por RT-PCR (leche de tanque, tejidos, sangre con EDTA, suero y plasma).

Resultados y discusión

Se recibió información procedente de 167 rebaños de distintas comunidades autónomas (45 casos de cebo, 36 nodrizas y 86 leche) con un total de 1203 muestras individuales seleccionadas y analizadas. El porcentaje de explotaciones donde se encontró uno o más animales Ag+ fue del 40,0%, 30,6% y 33,7% (prevalencia de

1 "Red Boehringer-Ingelheim de vigilancia de BVD".

Tabla 1. Sintomatología en granjas bovinas españolas de distinta aptitud productiva clasificadas según la presencia de animales con Ag de BVD (explotaciones +) o sin ella (explotaciones −)

		Global											
		Cebo	Nodrizas	Leche	Cebo -	Cebo +	*P*	Nodrizas -	Nodrizas +	*P*	Leche -	Leche +	*P*
n		45	36	86	27	18		25	11		57	29	
Ag+ (n)		27	15	51									
Rebaños+ (%)		**40.0**	**30,6**	**33,7**									
FV	(%)		27,8	44,2				32	18,2		**36,8**	**58,6**	*0.07*
FN	(%)		11,1	9,3				12	9,1		5,3	17,2	
F	(%)		36,1	45,3				44	18,2		**38,6**	**58,6**	*0,11*
AB-P	(%)		11,1	47,7				8	18,2		47,4	48,3	
AB-T	(%)		22,2	18,6				24	18,2		15,8	24,1	
AB	(%)		41,7	60,5				48	27,3		41,7	59,6	
M	(%)		25.0	10,5				32	9,1		**5,3**	**20,7**	*0,06*
MC	(%)		11,1	5,8				16	0.0		3,5	10,3	
FAM	(%)		19,4	26,7				24	19,4		**21,1**	**37,9**	*0,12*
TD	(%)	13,3	33,3	15,1	11,1	16,7		**44**	**9,1**	*0,06*	**10,5**	**24,1**	*0,12*
TR	(%)	13,3	16,7	9,3	14,8	11,1		20	9,1		7.0	13,8	
TG	(%)	60.0	63,9	24,4	**48,1**	**77,8**	*0,07*	56	81,8		**17,5**	**37,9**	*0,06*
T	(%)		75.0	31,4	70,4	88,9		72	81,8		**22,8**	**48,3**	*0,03*
EM	(%)	28,9	19,4	2,3	25,9	33,3		24	9,1		0.0	6,9	
V-T	(%)		36,1	18,6				40	27,3		**10,5**	**34,5**	*0,02*
VAC	(%)	13,3	50.0	45,3	18,5	5,6		60	27,3		40,4	55,2	
MONO	(%)	0.0	52,9	30.0		66,7		50	35,7		25.0	35,7	
POLIV	(%)	100.0	47,1	70.0				50	33,3		75.0	64,3	

rebaño), respectivamente mientras que la prevalencia individual fue del 7,7% (93 muestras Ag+/1203 individuos analizados). Estos porcentajes demuestran que la selección de muestras en base a las sospechas clínicas eleva la probabilidad de detección de animales Ag+, pues la prevalencia individual de PIs se considera del 1-2% (Lanyon *et al.*, 2014).

La sintomatología detallada se recoge en la tabla siguiente, diferenciándose entre explotaciones Ag+ y Ag−.

Ag+ = animales positivos a Ag de BVD; Rebaños + (%)= porcentaje de rebaños en donde se encontró al menos 1 animal con Ag. FV= Problemas de fertilidad no aclarados en vacas; FN= problemas fertilidad en novillas; F= problemas de fertilidad en general; AB-P =abortos en primer tercio de gestación; AB-T=abortos tardíos; AB= abortos (todos); M=mortinatos; MC= nacimiento de terneros con malformaciones congénitas; FAM= problemas de eficiencia reproductiva final (aúna F, AB, M y MC); TD= mayor incidencia de diarreas neonatales; TR= mayor incidencia de neumonías en terneros; TG= problemas de salud de todo tipo en terneros ; T= elevación de la morbilidad en terneros neonatos en general (aúna TD, TR y TG); EM= sospecha directa de casos de enfermedad de las mucosas; V-T= problemas en vacas y en terneros; VAC= rebaños vacunados; MONO= vacuna con vacunas monovalentes; POLIV= vacuna con vacunas polivalentes.

Los síntomas que más frecuentemente inducían a la sospecha de BVD fueron mayor morbilidad en recría en nodrizas (T; TG), y abortos y problemas de fertilidad en vacas en leche (AB; AB-P; FV). En el caso de cebo se trataba de animales concretos con problemas de salud general (caquexia, retraso en el crecimiento y diarrea, principalmente), y en segundo lugar, sospecha de enfermedad de las mucosas en necropsias (TG; EM).

Los síntomas más frecuentemente encontrados en las explotaciones Ag+ fue una mayor morbilidad de problemas diarreicos y/o respiratorios en terneros de cebo (TG; *P*=0,065). En nodrizas, sólo la salud de los terneros era numéricamente mayor en rebaños+, aunque sin significación estadística. En leche, la infertilidad de las vacas (FV; *P*=0,068), la prevalencia de mortinatos (M; *P*=0,055) y la morbilidad de la recría (T; *P*=0,003) eran mayores en granjas positivas.

Podemos concluir que la infección por el virus BVD cursa con síntomas perceptibles que ayudan al diagnóstico clínico, habiéndose encontrado una infección activa en más de un 30% de los rebaños sospechosos. Los síntomas más frecuentemente observados en explotaciones positivas fueron un descenso de la fertilidad en vacas lecheras y una mayor morbilidad en terneros de cebo y leche, sin que se pudiera determinar ningún síntoma claramente diferencial en rebaños de nodrizas.

Referencias

Lanyon SR, Hill FL, Reichel MP, Brownlie J. Bovine Viral Diarrhoea: Pathogenesis and diagnosis. Vet J. 2014; 199:201-209.

Influencia del programa de control de BVD realizado por las ADSG de Galicia en la detección de animales persistentemente infectados

Influence of a BVDV control program, conducted through ADSG from Galicia, in the detection of persistently infected cattle

S. Martínez [1], F.J. Diéguez [2], E. Yus [2], C. Eiras [3], M.I. Carnero [3], C.Calvo [4], V. Rubinos [3]; I Arnaiz [3]

[1]Servicio de Sanidade Animal, Subdirección Xeral de Gandería, C. do Medio Rural e do Mar, Xunta de Galicia

[2] Unidade de Epidemioloxía e Sanidade Animal do Instituto de Investigación e Análise Alimentaria, Facultade de Veterinaria, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo

[3] Laboratorio de Sanidade e Produción Animal de Galicia (LASAPAGA), C. do Medio Rural e do Mar, Xunta de Galicia

[4] Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (INGACAL-CIAM), Xunta de Galicia

La Diarrea Vírica Bovina (BVD) es una enfermedad infecciosa ampliamente distribuida y que afecta fundamentalmente a bovinos. El mecanismo de acción del virus abarca desde síntomas reproductivos y respiratorios hasta cuadros de inmunodepresión que favorecen la presentación de otras patologías. En Galicia se ha implementado un programa de control de la BVD dentro de las agrupaciones de defensa sanitaria ganaderas (ADSG), que tiene como principal objetivo la detección y eliminación de los animales persistentemente infectados (PI), principales responsables de la difusión de la enfermedad. El presente trabajo trata de estudiar el modo en que ha evolucionado la detección de los animales PI entre los años 2007 y 2014, para conocer la dinámica del control de la enfermedad en los últimos años en las explotaciones gallegas integradas en ADSG.

Tabla 1. Animales y explotaciones bovinas estudiadas para la BVD, así como animales de nueva incorporación estudiados entre 2007 y 2014 en Galicia

	Animales Muestreados	Animales Positivos	Animales PI	Explot. muestreadas	Explot. Positivas	Explot. con PI
2007	1296	170	32	1045	108	23
2008	1557	320	69	1182	150	46
2009	1180	214	50	956	111	39
2010	1073	201	56	853	102	40
2011	6630	380	139	1310	186	76
2012	9565	330	98	1307	171	58
2013	12457	552	217	1249	239	104
2014	12121	443	180	1547	184	94

Nº de animales y explotaciones estudiadas

	Animales Muestreados	Animales Positivos	Animales PI
2007	9413	38	6
2008	7913	45	13
2009	10130	31	10
2010	5165	15	3
2011	17965	90	15
2012	18833	89	17
2013	20110	92	11
2014	18108	79	4

Nº de animales de nueva incorporación estudiados

El presente trabajo se realizó sobre 920 animales que fueron sometidos a la prueba de BVD antígeno durante los años comprendidos dentro del estudio y que obtuvieron como mínimo dos pruebas positivas a antígeno separadas al menos 21 días, lo que confirmaría a estos animales como PI. El análisis de los datos tuvo en cuenta también el estudio de la evolución de los porcentajes de las explotaciones positivas a antígeno frente al total de explotaciones muestreadas, de los animales positivos frente al total de los analizados y el porcentaje que representaban los PI frente a los positivos. Igualmente se estudió sus edades a la detección y el tiempo de eliminación de la explotación.

Los resultados indican que el número de explotaciones muestreadas se ha incrementado en los últimos años, al igual que el de animales. También aumentó el porcentaje de animales PI con respecto al de positivos, aunque el porcentaje de positivos disminuyó, debido al aumento del número de animales muestreados. Igualmente, el porcentaje de explotaciones positivas en las que se localiza algún animal PI se ha ido incrementando lo que parece indicar un mayor esfuerzo en la detección de animales PI.

En cuanto a los animales de nueva incorporación, a pesar del incremento en el muestreo, el porcentaje de positivos no superó el 0,6%. Este dato apoya la idea de que la implementación de un programa de control produce un efecto indirecto sobre los animales de venta, reduciendo su comercialización dentro de las explotaciones de ADSG.

En cuanto a la edad a la detección de los animales PI se observa un descenso paulatino de la misma, que va desde los 15,3 meses de media en 2007 hasta los 5,6 meses del año 2013. En el caso de los animales de nueva incorporación, las edades a la detección son significativamente más altas, debido a que normalmente la compra para reposición suele ser de novillas de primer parto o mayores. También se observa un descenso paulatino en el tiempo desde la detección de un animal PI hasta su eliminación de la explotación, lo que indicaría una mayor concienciación de los ganaderos sobre la importancia de deshacerse cuanto antes de estos animales.

Es conocido que los animales PI debido a su estado inmunitario suelen morir en los primeros años de vida. Nuestros resultados indican que en el año 2007 la edad de los animales detectados como PI era superior a los dos años en un 23,5% de los casos, porcentaje que se fue reduciendo a medida que avanzó el programa. Aun así, los datos siguen indicando la existencia de animales PI con más de 3 años de vida, lo que hace necesario ampliar la búsqueda de estos animales en aquellas explotaciones en la que la infección activa perdura a lo largo de los años.

Este trabajo pone en evidencia la necesidad de realizar un control y vigilancia estricta, mejorando las herramientas de diagnóstico para detectar lo antes posible los animales PI. Igualmente deben implantarse medidas que obliguen a eliminar los animales PI inmediatamente tras su detección.

Agradecimientos: A la Consellería de Medio Rural e do Mar da Xunta de Galicia por la cesión de los datos.

La asociación entre la eliminación de animales y la seropositividad a *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* en ocho rebaños de vacuno lechero de Galicia

The association between culling and seropositivity for Mycobacterium avium subsp. paratuberculosis in eight Galicia, Spain dairy farms

I. Mato[1], N. Pesqueira[2], C. Factor[2], M.L. Sanjuán[3], R. Fouz[4], I. Arnaiz[5], C. Eiras[5], F. Camino[3], E. Yus[3], F.J. Diéguez[3,6]

[1]Laboratorios Hipra, S.A.

[2]ADSG Xundeva, Lalín, Pontevedra

[3]Instituto de Investigación y Análisis Alimentarios, Facultad de Veterinaria. Universidad Santiago de Compostela, Lugo

[4]AfricorLugo, Lugo

[5]Laboratorio de Sanidade e Produción Animal de la Xunta de Galicia

[6]Departamento de Anatomía y Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad Santiago de Compostela, Lugo

Mycobacterium avium subsp. *paratuberculosis* es el agente causante de la paratuberculosis, enfermedad que presenta un período de incubación largo y un curso insidioso, por lo que los animales suelen ser eliminados al iniciarse los síntomas compatibles con el proceso como son diarrea acuosa crónica y pérdida de peso; sin embargo, en estadios preclínicos las vacas podrían desecharse por otras causas indirectamente relacionadas con la infección por *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis*.

El objetivo de este trabajo fue analizar la asociación entre el status de seropositividad frente a *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* y la eliminación de vacas en rebaños bovinos situados en Galicia. La información se evalúo a partir de los registros de 8 rebaños de vacuno lechero de raza frisona incluidos en el Control Lechero Oficial (causas de eliminación según el R. D. 368/2005) y en un programa voluntario de control de paratuberculosis (estado serológico mediante el ELISA "Paratuberculosis Antibody Screening", Instituto Pourquier) en el período de tiempo comprendido entre 2004 y 2013. Para el análisis estadístico de los datos se aplicó un análisis de supervivencia con el modelo de Andersen-Gill.

De los 3.038 animales eliminados durante el período de estudio, 663 (21,8%) lo fueron por sacrificio urgente o muerte, 203 (6,7%) por baja producción lechera, 508 (16,7%) por mastitis, 702 (23,1%) por infertilidad, 276 (9,1%) por problemas podales y 686 (22,6%) por otras causas. La media del número de partos en vacas eliminadas fue de 4,34 en animales seronegativos y de 3,34 en vacas seropositivas. Los resultados indicaron que las vacas seropositivas tenían más probabilidad de ser eliminadas debido al sacrificio urgente/muerte (tasa de riesgo=1,88) en individuos clínicamente enfermos, y por baja producción láctea (tasa de riesgo= 2,55), infertilidad (tasa de riesgo= 4,64) u otras razones (tasa de riesgo= 1,67) en animales sin cuadro clínico compatible con paratuberculosis.

Este hecho podría ratificar los beneficios económicos de la implementación de un programa de control de paratuberculosis en los rebaños de ganado vacuno lechero, con objeto de minimizar en lo posible el número de animales eliminados, bien en las fases iniciales de la infección o por estar afectados de la enfermedad.

Desarrollo de una vacuna frente a la tricomonosis bovina

Development of a vaccine against bovine trichomonosis

S. Rojo-Montejo[1], E. Collantes-Fernández[2], R. Sánchez-Sánchez[2], J. Moreno-Gonzalo[2], M. Fort[3], A. Román-Trufero[1], J. L. Antón-Escaladas[1], R. Casais-Goyo[1], K. Osoro[1], L. M. Ortega-Mora[2]

[1]Área de Sistemas de Producción Animal, Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Rural, Asturias

[2]SALUVET, Departamento de Sanidad Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid

[3]Laboratorio de Sanidad Animal, INTA, Anguil, La Pampa, Argentina.

Introducción

La tricomonosis bovina es una enfermedad parasitaria de transmisión sexual que produce fallo reproductivo temprano. Esta enfermedad es frecuente en los sistemas extensivos donde se utiliza la monta natural, causando importantes pérdidas económicas. En España, los datos más recientes del diagnóstico en el grupo SALUVET muestran una prevalencia individual del 15,7%, aunque en algunas zonas se alcanza una prevalencia del 30% o superior (Collantes-Fernández *et al.*, 2014a).

El control de esta enfermedad se basa en el diagnóstico y sacrificio de toros infectados, pero su eficacia es variable debido a la presencia de una serie de factores de riesgo (Collantes-Fernández *et al.*, 2014b). La vacunación de las hembras podría ser una medida de control beneficiosa (Villarroel *et al.*, 2004), pero en Europa no existe ninguna vacuna comercial disponible.

Objetivo

El objetivo del presente trabajo fue el estudio de la seguridad y eficacia de diferentes formulaciones vacunales y vías de administración en un modelo bovino experimental. Las formulaciones vacunales se basaron en extractos proteicos del parásito enriquecidos en proteínas de membrana, con la finalidad de inducir una respuesta inmunitaria frente a este tipo de antígenos que pudiera evitar la adhesión de *Tritrichomonas foetus* al epitelio vaginal.

Material y métodos

Diseño experimental

Según se describe en la tabla 1, se evaluaron 2 vías de inoculación (subcutánea e intranasal) y 3 tipos de antígeno (A, B, C), combinados con una saponina como adyuvante. El aislado de *T. foetus* utilizado procedía de una explotación con antecedentes de fallo reproductivo temprano. Uno de los grupos, se inmunizó utilizando una vacuna comercial (Trich Guard®, Boehringer Ingelheim; tabla 1). Se utilizaron 49 novillas vírgenes de la raza Holstein distribuidas al azar en los diferentes grupos, que fueron inmunizadas con dos dosis separadas 21 días. A los 21 días después de la última inmunización, las novillas fueron desafiadas por vía intravaginal con trofozoítos de *T. foetus* de un aislado heterólogo.

Tabla 1. Características de los grupos de la prueba de vacunación

Grupo	Número de animales	Inmunización	Vía inoculación	Desafío
1	6	A^1/A^1	SC/SC	SI
2	6	A^1/A^1	SC/IN	SI
3	7	A^1/A^2	SC/IN	SI
4	7	A^1/C^1	SC/IN	SI
5	6	B^1/B^1	SC/IN	SI
6	7	Trich Guard®	SC/SC	SI
7	7	PBS	SC/SC	SI
8	3	PBS	SC/IN	NO

[1]: dosis alta

[2]: dosis baja

SC: subcutánea; IN: intranasal

Parámetros evaluados

La seguridad se determinó mediante la observación diaria de los animales analizando el desarrollo de reacciones locales o sistémicas. De forma periódica hasta el día 112 post-desafío (p.d.) se recogió sangre y moco cérvico-vaginal (MCV). La eficacia se determinó i) analizando la duración de la infección mediante cultivo del parásito a partir del MCV y ii) evaluando los niveles de anticuerpos a nivel sistémico (IgG) y genital (IgA) por la técnica de ELISA.

Resultados

En relación a la seguridad, no se observaron reacciones sistémicas y, aunque se produjeron reacciones locales en el punto de la inoculación, éstas se resolvieron favorablemente.

La inmunización indujo niveles de IgG significativamente más elevados después de la segunda inmunización y hasta el final del estudio (P<0,0001; ANOVA-Bonferroni). La vía SC/SC indujo los niveles más altos en las primeras semanas p.d. (P<0,0001; ANOVA-Bonferroni) (Figura 1A). Respecto a la respuesta inmunitaria a nivel genital, se caracterizó por un incremento significativo de los niveles de IgA tras el desafío en todos los grupos vacunados, alcanzando el valor máximo en el día 28 p.d. (P<0,0001; ANOVA-Bonferroni) (Figura 1B).

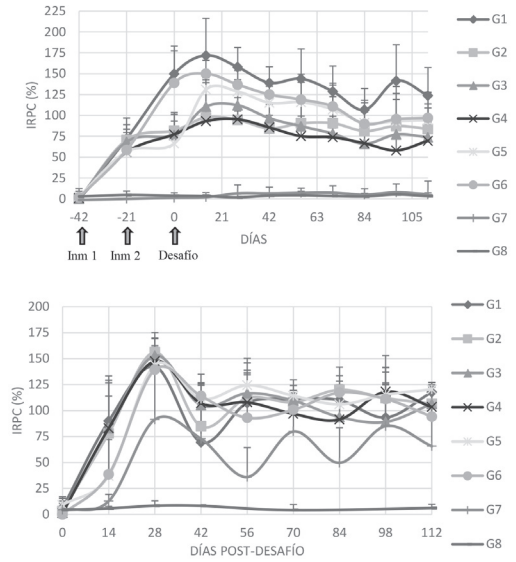


Figura 1. Valores medios y desviaciones estándar de los niveles de (A) IgG anti-*T. foetus* en suero y (B) IgA en MCV

En relación a la duración de la infección, el tiempo medio en los grupos vacunados varió entre 32 y 45 días, mientras que las novillas no vacunadas y desafiadas permanecieron infectadas hasta el día 64 (Figura 2). Los mejores resultados se observaron con la formulación B (grupo 5) ya que todos los animales eliminaron la infección antes del día 42.

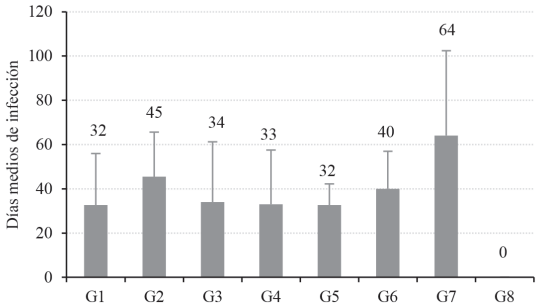


Figura 2. Tiempos medios de infección y desviaciones estándar

Conclusiones

Las formulaciones y las vías de administración utilizadas en este estudio son seguras.

La inmunización estimula una respuesta humoral específica, caracterizada por niveles elevados de IgG en suero y de IgA en moco cérvico-vaginal y elimina la infección del tracto genital antes de que ésta pueda ser un riesgo para el embrión/feto.

Se propone la formulación B como un buen candidato para el desarrollo de una vacuna, de forma que su utilización podría reducir las pérdidas asociadas a la enfermedad en nuestro país. Se requieren estudios con un mayor número de animales por grupo para evaluar la eficacia de esta formulación, así como la realización de pruebas de campo que permitirían evaluar la protección frente a los problemas reproductivos.

Agradecimientos

Agradecemos el esfuerzo del personal del SERIDA en el manejo y cuidado de los animales, en especial a Jose Ramón Piquero Crespo, Miguel Ángel García Rodríguez y Jose Manuel Gutiérrez así como a todos los integrantes del grupo SALUVET, en especial a Vanesa Navarro Lozano.

Bibliografía

Collantes-Fernández E., Rojo-Montejo S., Sánchez-Sánchez R., Navarro-Lozano V., Moreno-Gonzalo J., García-Peña F.J., Ortega-Mora, L.M. Resultados del diagnóstico de las enfermedades de transmisión sexual en sementales de explotaciones de ganado de cría en España durante 2006-2013. XIX Congreso Internacional ANEMBE de Medicina Bovina. Oviedo (España), 2014a.

Collantes-Fernandez, E., Mendoza-Ibarra, JA., Pedraza-Díaz, S., Rojo-Montejo, S., Navarro-Lozano, V., Sánchez-Sánchez, R., Ruiz-Santa-Quiteria, JA., Ortega-Mora, LM., Osoro, K. 2014b. Efficacy of a control program for bovine trichomonosis based on testing and culling infected bulls in beef cattle managed under mountain pastoral systems of Northern Spain. Vet. J., 200, 140-145.

Villarroel, A., Carpenter, T.E., BonDurant, R.H. 2004. Development of a simulation model to evaluate the effect of vaccination against *Tritrichomonas foetus* on reproductive efficiency in beef herds. Am. J. Vet. Res., 65(6), 770-775.

Estudio en matadero de neumonías en bovinos de cebadero

A post-mortem study of pneumonia in feedlot cattle

M. Fernández, V. Pérez, J. Canjimba, M. Fuertes, P. Castaño, M. Royo, J. Benavides, M.C. Ferreras

Departamento de Sanidad Animal, Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-ULE), Facultad de Veterinaria, Universidad de León, León

Las neumonías, incluidas dentro del denominado Complejo Respiratorio Bovino, constituyen una importante patología en bovinos de cebadero. Desde el punto de vista productivo, estos procesos respiratorios suponen pérdidas económicas relacionadas con la mortalidad, coste de los tratamientos y medidas profilácticas, menor desarrollo de los animales y en consecuencia, menor valor de la canal. Los agentes etiológicos asociados con las neumonías en bovinos de cebo incluyen virus (Herpesvirus -1, Parainfluenza-3, virus de la Diarrea Vírica Bovina, Respiratorio Sincitial, Adenovirus-3), bacterias (*Mannheimia haemolytica, Pasteurella multocida, Histophilus somni, Trueperella pyogenes*) y *Mycoplasma bovis*. Este estudio se ha realizado en bovinos sacrificados en matadero con los siguientes objetivos: 1º) Conocer la prevalencia *postmortem* de la neumonía y su posible influencia sobre diferentes factores (edad, sexo, peso canal, sistema y tipo de producción). 2º) Localización y extensión de las lesiones macroscópicas en los pulmones afectados. 3º) Clasificación histopatológica del tipo de neumonía y duración de la misma. 4º) Identificación de los agentes etiológicos implicados. 5º) Valoración de otras alteraciones pulmonares.

En el periodo octubre-diciembre de 2014 se analizaron un total de 1.120 bovinos. En cada animal se valoró la presencia de lesiones macróscópicas, así como su extensión y localización anatómica. De los pulmones con lesiones macroscópicas se tomaron muestras para su congelación a -20ºC y fijación en formol al 10%. Estas últimas se incluyeron en parafina y las correspondientes secciones se tiñeron con hematoxilina-eosina para su pósterior valoración histopatológica. Los tipos de neumonía evaluados fueron los siguientes: catarral, fibrinosa, intersticial, embólica y granulomatosa, incluyendo formas mixtas. En cuanto a su duración las lesiones observadas se clasificaron en agudas-subagudas, crónicas activas y crónicas en fase de recuperación.

Los bovinos estudiados procedían de sistemas intensivos de cebo (890), intensivos mixtos (65), mixto de cebo (92), mixto- mixto (18) y extensivo de carne (55). La prevalencia total de lesiones compatibles con neumonía en los animales estudiados fue de 17,5%. En relación al sistema y tipo de producción se observó que dentro del grupo predominante la prevalencia fue de 17,07% para intensivo de cebo y de 4,62% en intensivo mixto. Destaca la prevalencia de 13,04% y de 33,3% en los animales procedentes de sistemas mixto de cebo y mixto- mixto, respectivamente; en cambio, fue menor en los animales procedentes de sistemas extensivos (12,72%). Según la clasificación otorgada a los animales de abasto, en los categorizados como ternera (n=751) la prevalencia fue de 19,04%, en añojos (n=346) de 14,74%, en novillos (n=6), a pesar de ser escasos, de 16,6% y de 13,33% en vacas (n=17). En aquellos animales que presentaban neumonía se observó un peso medio menor de la canal de 18,08 kg en ternera, 10,5 kg en añojo y 125,9 kg en novillos respecto a los animales sanos.

Del total de animales examinados en 191 se observaron neumonías. La distribución de las lesiones fue predominante en el lóbulo apical derecho (165) seguido del apical izquierdo (78). En 60 bovinos la afección de lóbulos apicales fue bilateral y sólo en 2 estuvieron afectados la totalidad de los lóbulos pulmonares. La distribución de las lesiones fue multifocal (abscesos) en un bovino con trombosis de la vena cava. Las neumonías más frecuentes fueron las catarrales en fase de recuperación (141). De las 51 restantes, 25 eran neumonías fibrinosas subagudas y 26 catarrales activas. En 32 bovinos con neumonía se identificaron lesiones crónicas tipo absceso o granuloma. Cabe destacar la presencia de numerosos sincitios en bronquiolos y alveolos en 50 animales, característica relacionada con el virus Respiratorio Sincitial. En 47 bovinos coexistían lesiones características de diferentes tipos de neumonía y en 2 bovinos además de neumonía, se observaron lesiones de tipo congénito y tumoral.

La presencia de neumonía en los bovinos de cebadero constituye una patología a destacar al momento del sacrificio e influye negativamente en el rendimiento cárnico de los animales. Los resultados muestran un predominio de las formas crónicas y dentro de ellas las que se encuentran en fase de resolución. Los estudios sobre la etiología permitirán relacionar las lesiones con el agente o agentes etiológicos implicados.

Primer caso de besnoitiosis bovina en una ternera

First case of bovine besnoitiosis in a calf

C. Diezma Díaz[1], *J. Benavides-Silván*[2], *A. Jiménez Meléndez*[1], *D. Gutiérrez-Expósito*[1], *P. García-Lunar*[1], *L.M. Ortega-Mora*[1], *G. Álvarez-García*[1]

[1]SALUVET, Departamento de Sanidad Animal, Facultad de Veterinaria, U.C.M., Madrid

[2]Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-ULE), León

Resumen

La besnoitiosis bovina, producida por el protozoo apicomplejo *Besnoitia besnoiti*, es una enfermedad crónica y debilitante del ganado bovino que origina pérdidas económicas considerables en explotaciones extensivas y semi-extensivas, afectando a parámetros tanto productivos como reproductivos. Está considerada una enfermedad re-emergente en Europa, cuya diseminación se ha visto favorecida por prácticas de manejo como la monta natural, uso de pastos compartidos e incorporación de animales sin controles sanitarios previos. En España, es endémica en varias regiones del noreste y ya se han descrito numerosos casos en varias provincias del centro y sur del país.

La enfermedad se desarrolla en dos fases secuenciales; inicialmente una fase aguda caracterizada por fiebre y edemas que puede cursar con signos respiratorios, cojeras y orquitis, que evoluciona, pósteriormente, hacia una fase crónica, durante la cual el animal presenta un progresivo engrosamiento y formación de pliegues en la piel, alopecia, heridas en la ubre, atrofia testicular, así como quistes tisulares macroscópicos en conjuntiva ocular y mucosa vulvar. Diversos estudios han demostrado un aumento significativo de la morbilidad con la edad, detectándose los casos clínicos en animales mayores de un año. Se piensa que los animales más jóvenes también podrían desarrollar la enfermedad, sin embargo no se ha descrito ningún caso clínico por el momento.

En el presente trabajo, se describe el primer caso de besnoitiosis bovina en una ternera menor de 6 meses de edad.

El animal, de raza limusina, pertenecía a una explotación extensiva de vacuno de carne de la provincia de Toledo. A los dos

meses de edad se detectaron signos clínicos inespecíficos, como fiebre y depresión, probablemente asociados a la fase aguda de la infección. Pósteriormente, los signos clínicos, compatibles con una besnoitiosis crónica (hiperqueratosis, zonas de alopecia en el morro, región periorbitaria y extremidades y quistes en conjuntiva), se detectaron 2 meses más tarde. Simultáneamente, una vaca adulta de la misma explotación presentó signos clínicos similares, incluyendo pliegues en piel de cuello y presencia de nódulos en ubres.

Se confirmó la presencia de anticuerpos específicos anti-*B. besnoiti* en ambos animales mediante la prueba ELISA (BbSALUVET-ELISA: IRPC=145,7 y 27,5, respectivamente), manteniéndose los niveles elevados en la ternera a los 7 meses de edad (IRPC=195,8). Por otra parte, también se detectó la presencia del parásito en las muestras de piel de la ternera mediante la compresión de una biopsia de piel en placas de vidrio. En un análisis del hemograma y perfil bioquímico de la ternera para comprobar la funcionalidad hepática, renal y los factores de coagulación, no se detectaron alteraciones significativas típicas de una enfermedad inflamatoria crónica.

Con 7 meses de edad, la ternera fue sacrificada y se recogieron muestras de piel de diversas localizaciones, además de muestras de sistema nervioso central, aparatos respiratorio, reproductor y digestivo, sistema linfático y de otros órganos como riñón, hígado, corazón, conjuntiva ocular, esclerótica y conducto auditivo, para su pósterior análisis por histopatología y PCR.

Se detectaron quistes macroscópicos en conjuntiva, lengua, epiglotis y cornetes nasales e hiperplasia en el bazo. Las lesiones microscópicas más notables fueron focos aislados de dermatitis leve e hiperplasia reactiva en diferentes nódulos linfáticos. Se encontró un mayor número de quistes en la piel y en cornetes nasales, aunque también se observaron, en menor número, en la lengua, epiglotis, faringe y vulva.

Los resultados de PCR demostraron la presencia del parásito en otras localizaciones adicionales del aparato respiratorio (tráquea, bronquios, pulmones), aparato reproductor (cérvix, útero, oviductos y ovarios), sistema circulatorio (aurículas, ventrículo y aorta), tonsilas, ganglio bronquial y encéfalo.

En este estudio se ha confirmado el primer caso de besnoitiosis bovina en un animal menor de 6 meses. Se ha especulado que a edades más tempranas, los terneros podrían ser más resistentes a la infección al haber estado menos expuestos a la enfermedad o debido a la presencia de anticuerpos calostrales protectores. Sin embargo, descartamos la presencia de anticuerpos calostrales, cuyos niveles empiezan a descender a los 2 meses de edad, apoyado además por el hecho de que la madre resultó ser seronegativa.

La localización y morfología de los quistes tisulares coincidió con aquéllas descritas en animales adultos con infección crónica. Destaca la detección de tres tipos de quistes: quistes viables con o sin infiltrado inflamatorio circundante (linfocitos, macrófagos y células gigantes) y quistes degenerados, los cuales suelen estar presentes tanto en animales con infección subclínica como crónica.

Con este estudio, se confirma que animales menores de 6 meses también son susceptibles a la enfermedad, pudiendo presentar signos clínicos evidentes y una distribución intra-orgánica del parásito similar a la descrita en animales adultos. Se descarta la trasmisión vertical del parásito en esta ternera, siendo el contacto directo con otros animales infectados del rebaño el modo de transmisión más probable.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (proyectos AGL2010-20561 y AGL2013-46442R). Queremos agradecer a Javier Moreno y Vanesa Navarro su excelente apoyo técnico.

Detección de anticuerpos anti-*Besnoitia besnoiti* en una vaca de Galicia

First detection of anti-Besnoitia besnoiti specific antibodies in a cow from Galicia

P. Día[2], C. López[2], R. Panadero[2], P. Díez-Baños[2], P. Morrondo[2], J. Moreno-Gonzalo[1], L.M. Ortega-Mora[1], G. Álvarez-García[1]

[1]SALUVET, Departamento de Sanidad Animal, Facultad de Veterinaria, Madrid

[2]Investigación en Sanidad Animal: Galicia (INVESAGA). Departamento de Patoloxía Animal. Facultad de Veterinaria, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo

La besnoitiosis bovina es una enfermedad crónica causada por el protozoo *Besnoitia besnoiti* que se considera emergente en Europa y endémica en amplias zonas de España, Francia y Portugal. En España se denunció inicialmente en áreas del norte (País Vasco, Navarra y Aragón), extendiéndose pósteriormente a comunidades autónomas próximas. Aunque recientemente se ha detectado en zonas del centro y sur del país, hasta el momento se desconoce la presencia de casos en Galicia.

Su aparición en una explotación conduce a notables mermas económicas, relacionadas fundamentalmente con la disminución de peso y de producción láctea, abortos, esterilidad en toros, pérdida de valor de las pieles y mortalidad; estas pérdidas son más apreciables en zonas donde la enfermedad se ha introducido recientemente.

El diagnóstico clínico no es sencillo ya que sólo un pequeño porcentaje de los animales infectados presentan signos clínicos, que en la forma crónica se caracterizan, fundamentalmente, por la presencia de hiperqueratosis y alopecia. En otros casos se pueden apreciar quistes en las mucosas, siendo los esclero-conjuntivales los más fácilmente observables.

La adopción de medidas de control en las granjas afectadas se ve dificultada por el desconocimiento parcial del ciclo biológico del protozoo y de la epidemiología. El ganado vacuno actúa como hospedador intermediario y se piensa que una especie carnívora, todavía no identificada, podría ser el hospedador definitivo; además, se ha sugerido que varios dípteros hematófagos podrían intervenir en el ciclo del parásito como vectores mecánicos.

Dentro de los factores de riesgo para adquirir la infección se encuentran la edad (la mayoría de los seropositivos son mayores de un año), aquellas prácticas de manejo que propicien un contacto estrecho entre animales sanos e infectados, y, posiblemente, los insectos vectores. Entre las prácticas de manejo de riesgo se encuentran el movimiento y la compra de animales sin análisis sanitario previo, utilización de monta natural, compartir toros entre rebaños, empleo de pastos comunales y manejo en régimen extensivo o semi-extensivo.

Con objeto de aportar datos acerca de la presencia de animales que hayan estado en contacto con *B. besnoiti* en Galicia, entre 2013 y 2014 se recogieron 205 muestras de sangre en 13 explotaciones de ganado vacuno de Lugo. Al plantearse como un estudio inicial, el muestreo fue dirigido, seleccionando los rebaños con un mayor número de factores considerados de riesgo. Así, la mayoría de los animales muestreados se encontraban de forma permanente en pastos comunales y expuestos a la acción de dípteros hematófagos. Todos los rebaños poseían al menos un toro para la monta natural. Se muestrearon 20 machos y 185 hembras, con edades que oscilaron entre los 10 meses y los 18,7 años (media=7,4 años); 178 animales pertenecieron a razas cárnicas autóctonas, como rubia gallega, cachena, asturiana de los valles y sus cruces; 27 fueron de aptitud lechera (frisón).

Las muestras de suero se analizaron mediante la prueba BbSALUVET-ELISA y los resultados positivos se confirmaron mediante Western-blot. Únicamente 4 animales pertenecientes a 3 explotaciones resultaron positivos mediante ELISA; tras su análisis con Western-blot, sólo se confirmó un resultado positivo. Se trataba de una novilla frisona de 16 meses de edad, que desde los 14 meses se encontraba permanentemente en el pasto, junto con el semental. La explotación contaba con 170 animales, de los cuales el 22% se muestrearon, resultando negativos. Además, en esa misma granja se detectó un animal con signos clínicos compatibles con besnoitiosis; tras una fase febril inicial, se observó engrosamiento de la piel y desprendimiento de fragmentos de epidermis. Sin embargo, la sospecha clínica no se confirmó mediante serología. Los propietarios habían adquirido recientemente 10 novillas procedentes de Alemania, que se mantuvieron en el interior de las instalaciones. Para determinar el posible origen de la seropositividad se necesita un estudio más completo del rebaño, junto con una inspección clínica de los animales, así como de las explotaciones vecinas.

Nuestros resultados revelan que el ganado vacuno gallego ha estado expuesto al parásito y que las prácticas de manejo empleadas suponen un riesgo de adquirir la enfermedad, dada la continua expansión de la misma en España. Por ello, se necesitan estudios epidemiológicos más amplios que permitan evidenciar la presencia de la enfermedad en Galicia y conocer con exactitud su situación actual. Teniendo en cuenta estos datos y la ausencia de vacunas y tratamientos eficaces frente al protozoo, es necesario que los ganaderos y veterinarios de vacuno de Galicia se familiaricen con la besnoitiosis, lo que permitirá reconocer los signos clínicos y alcanzar un diagnóstico precoz, necesario para aplicar las oportunas medidas correctoras y así evitar la difusión del parásito y los perjuicios que se deriven de su propagación.
Este trabajo ha sido posible gracias a la colaboración de la Cooperativa AGRIS, la ADSG Montaña Lucense y las ADSG de los ayuntamientos de Abadín, Navia de Suarna y Fonsagrada.

Paranfistomosis bovina por *Calicophoron daubneyi*: estudio epidemiológico y patológico

Bovine paramphistomosis by Calicophoron daubneyi: an epidemiological and pathological study

M. Fuertes[1], M. Y. Manga[1], J. Benavides[1], M.C. González-Lanza[1], M. Mezo[1], M. González-Warleta[2], M. Fernández[1], V. Pérez[1], M.C. Ferreras[1].

[1]Departamento de Sanidad Animal, Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-ULE), Finca Marzanas y Facultad de Veterinaria, León

[2]Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo-INGACAL, Xunta de Galicia

La Paranfistomosis es una parasitosis digestiva de los rumiantes producida por diferentes especies de trematodos (Digenea) pertenecientes a distintos géneros (*Paramphistomum, Calicophoron* y *Cotylophoron,* entre otros). La distribución de esta parasitosis es cosmopolita, existiendo áreas endémicas en las que infecciones intensas pueden provocar una elevada morbilidad e incluso mortalidad, principalmente en animales jóvenes. En Europa aunque esta parasitosis se había considerado de baja patogenicidad, estudios recientes han demostrado descensos en la producción de leche y pérdida de peso, además de diarrea y duodenitis hemorrágica grave, provocada por las formas inmaduras, previa migración de las mismas hacia los preestómagos, donde se localizan como formas adultas. Los objetivos de este estudio fueron los siguientes: 1º) determinar la prevalencia e intensidad de esta infección en ganado bovino. 2º) caracterizar las especies de paranfistómidos implicados. 3º) valorar las lesiones producidas por la infección.

Este estudio se realizó en 790 animales bovinos, de todas las edades y sexo, sacrificados en un matadero localizado en León durante tres años consecutivos (2010-2012), de abril a julio. El número de animales examinados procedían de 184 explotaciones, en régimen intensivo (50,5%) y semi-intensivo (49,5%), de producción cárnica (81,6%) o lechera (18,3%).

En todos se inspeccionaron el rumen, retículo, omaso, abomaso y duodeno para la detección de parásitos y la valoración de lesiones macroscópicas. En los animales parasitados se determinó la carga parasitaria total y las del retículo y diferentes regiones anatómicas del rumen. Para la determinación de las especies de paranfistómidos implicados se utilizaron métodos morfológicos y moleculares. Las muestras recogidas del retículo y rumen se procesaron para su estudio histopatológico.

De los 790 bovinos estudiados, en 49 (6,20%) se detectaron paranfistómidos adultos. La carga parasitaria fue significativamente mayor en el rumen (90,81±1,71) que en el retículo (9,19 ±1,71) y dentro del rumen, el atrio fue la región con mayor número de parásitos (62,93 ±3,31).

La especie de Paramphistomidae identificada se corresponde con *Calicophoron daubneyi*, la más frecuente en Europa.

Ni la prevalencia de la paranfistomosis ni la carga parasitaria variaron significativamente con la raza del animal o su destino productivo (carne o leche) pero sí con el régimen de explotación y sexo de los bovinos, siendo mayores en las granjas de cría semi-intensiva en comparación con la intensiva (10,04% *vs.* 4,22%) y en hembras (8,71%; n=42). Sin embargo, cuando se estudian todos los factores de manera conjunta, la única variable independiente que se correlacionaba de manera significativa con la prevalencia de la infección fue la edad siendo mayor en el grupo de edad por encima de los 30 meses.

En el rumen y retículo los parásitos adultos se fijan con su ventosa ventral a las papilas cónicas y en esa localización inducen una respuesta inflamatoria caracterizada por la presencia de linfocitos, macrófagos, eosinófilos y leucocitos globulares. Además, debido al efecto mecánico de dicha fijación alteran la morfología de dichas papilas y erosionan el epitelio de las mismas. Estas lesiones fueron más intensas en el atrio ruminal. No se detectaron formas parasitarias inmaduras en el duodeno.

Este estudio determina la prevalencia y etiología de la paranfistomosis bovina en la Comunidad de Castilla y León, principalmente en la provincia de León y otras limítrofes como Zamora, Palencia y Valladolid. Asimismo demuestra el efecto patógeno de las formas adultas del parásito, relacionado con la carga parasitaria.

Estudio financiado por el proyecto de investigación LE023A10-2 de la Junta de Castilla y León.

¿El ganado vacuno adulto representa un riesgo importante de aparición de diarreas neonatales por *Cryptosporidium*?

Does adult cattle constitute an important risk for neonatal diarrhoea by Cryptosporidium in calves?

P. Díaz, E. Navarro, A. Prieto, A. Pérez, C. López, R. Panadero, G. Fernández, P. Díez-Baños, P. Morrondo

Investigación en Sanidad Animal: Galicia (INVESAGA), Departamento de Patoloxía Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Santiago de Compostela, Lugo

El género *Cryptosporidium* es un protozoo parásito implicado con frecuencia en la aparición de procesos diarreicos en numerosos animales vertebrados y en el hombre, afectando sobre todo a los más jóvenes. Las infecciones por criptosporidios son especialmente comunes en el ganado vacuno, suponiendo un marcado impacto negativo en la economía de una explotación debido a las mermas directas (mortalidad) e indirectas (pérdida de peso, retraso en el crecimiento, tratamientos, etc.).

Numerosas investigaciones sugieren la existencia de una relación entre la edad y la presencia de determinadas especies de *Cryptosporidium* en el ganado vacuno. Se ha demostrado que la especie zoonótica *C. parvum* es responsable de la gran mayoría de las infecciones por este protozoo en terneros sin destetar; diversos estudios han señalado que la presencia de esta especie está asociada de forma significativa con la aparición de brotes de diarrea neonatal. Por otra parte, varios autores defienden que en terneros destetados y en novillas predominan *C. bovis* y *C. ryanae*, mientras que *C. andersoni* es la especie más prevalente en animales adultos. Estas especies tienen un rango de hospedadores más limitado y parecen estar más adaptadas al ganado vacuno, siendo menos patógenas que *C. parvum*. Estos datos tienen gran importancia epidemiológica, invalidando la creencia tradicional de que, en la aparición de criptosporidiosis en neonatos, las madres suponen una importante fuente de infección para los terneros. Sin embargo, estudios publicados recientemente parecen indicar que el patrón de infección difiere en ciertas áreas geográficas.

En España, a pesar de los estudios realizados, la información sobre la prevalencia y las especies del protozoo presentes en el ganado vacuno adulto resulta todavía incompleta. El objetivo de este trabajo consistió en aportar datos actuales acerca de la presencia de *Cryptosporidium* en bovinos mayores de dos meses procedentes de granjas gallegas, así como conocer la posible relación entre determinados grupos de edad y ciertas especies del parásito. Todo ello permitirá alcanzar un mayor conocimiento acerca de la epidemiología y transmisión del parásito, lo que sin duda será de gran importancia en la implementación de medidas de control más adecuadas. Para ello, entre los años 2012 y 2014 se recogieron muestras fecales de 417 bovinos mayores de 2 meses, pertenecientes a 72 granjas de Galicia. Ninguno de los animales mostraba sintomatología compatible con criptosporidiosis. Se consideraron tres grupos de edad: terneros destetados (2-12 meses), novillas (12-24 meses) y bovinos adultos (>24 meses). Los ooquistes se concentraron mediante una técnica de sedimentación, y la detección e identificación de las especies de *Cryptosporidium* se determinó mediante una PCR que amplifica un fragmento del gen del SSUrRNA y pósterior análisis del patrón de bandas obtenido tras digestión con las endonucleasas *SspI*, *VspI* y *MboII*.

Nuestros resultados revelan que *Cryptosporidium* es un parásito poco prevalente en el ganado vacuno mayor de dos meses, ya que sólo 12,9% de los animales muestreados resultaron positivos. El porcentaje de animales infectados disminuyó con la edad; los valores más elevados se hallaron en terneros destetados (21,4%), y los más bajos en novillas (13,2%) y animales adultos (9,0%).

En los animales estudiados se identificaron 4 especies y un genotipo de *Cryptosporidium*. *C. bovis* fue la más frecuente (56,4%) y prevalente en todos los grupos de edad, mientras que el resto se hallaron en menor proporción: *C. ryanae* (17,9%), *C. parvum* (10,3%), *C. andersoni* (5,1%) y un genotipo similar al *suis-like* (10,3%). La prevalencia de *C. bovis*, *C. ryanae* y el genotipo *suis-like* fue superior en los animales más jóvenes y disminuyó con la edad. Por el contrario, *C. andersoni* sólo se identificó en los animales adultos. El porcentaje de animales que excretaron ooquistes de *C. parvum* fue bajo y osciló entre el 2,1% y el 1,1%; su prevalencia fue superior en las novillas.

Nuestros resultados sugieren una relación edad/especies del parásito diferente al observado en otros países. Además, confirman que los terneros destetados, novillas y bovinos adultos son fundamentalmente portadores de especies de *Cryptosporidium* muy adaptadas al ganado vacuno y menos patógenas que *C. parvum* y, por lo tanto, no deberían considerarse como una fuente de infección importante para los terneros lactantes. De estos resultados se desprende que los animales sin destetar representan el mayor riesgo para la contaminación del medio con ooquistes de *C. parvum* que originen brotes de criptosporidiosis clínica.

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto de Investigación AGL2011-25210 (Ministerio de Ciencia e Innovación) y una ayuda para la Consolidación y Estructuración de Grupos de Investigación Competitivos (R2014/005, Xunta de Galicia).

Impacto de un protocolo específico para el control de coccidios en las tasas de crecimiento a medio plazo en terneros de cebo

Impact of coccidia-specific control protocol on medium term growth performance in a feedlot-farm

M. García-García[1]; J.M. Cainzos-Cagiao[2]; C. de Mûelenaere[3]; G. Vertenten[3].

[1]Cebadero Joaquin Valledor. A Fonsagrada, Lugo

[2]Elanco Animal Health. Alcobendas, Madrid

[3]Elanco Animal Health, Plantin Antwerp, Belgium

Abstract

Coccidiosis is spread worldwide and is perceived as mainly a clinical disease. However the majority of the calves in a herd are subclinically infected and this is resulting in sub-optimal growth performances (Gradwell *et al.*, 2005). The aim of this study was to investigate the medium term impact of a coccidia-specific control protocol with diclazuril against natural *Eimeria spp* infections in a commercial Spanish feedlot. In the study, 154 animals (56.40 ± 21.38 days old) were randomly allocated into three groups (V1, V2 and control group; C, n=79) at the feedlot entry. Each group was housed separately. Groups V1 and V2 were randomly administrated either once a single dose (day 14, n= 37, V1) or

twice a single dose separated by 14 days (days 0 and 14, n=38, V2) of diclazuril (Vecoxan©, 1 ml/2.5 kg BW). Based on clinical symptomatology and fecal score from 0 (normal feces) to 4 (liquid faeces with blood and tissue membrane) (Taylor and Catchpole, 1994), incidence of clinical disease on the different groups was evaluated. No clinical disease was diagnosed and the maximum fecal score was 2 (liquid faeces). Fecal score 2 had only been found in the control group. During the first 55 days in the feedlot phase, calves in group V2 gained 149 g/day more than calves allocated in the control group (1353 *vs.* 1204 g/d; *P*=0.03; V2 *vs.* Control, respectively). Group V1 was not statistically different from V2 and C, however calves from group V1 grew 61 g/day more than those in group C (1265 *vs.* 1204 g/d; *P*=0.38; V1 *vs.* Control, respectively).

These effects on growth performance in a period (55 days) longer than 2 parasitic cycles (42 days) could be due to the capacity of diclazuril to allow development of natural inmunity against coccidiosis, as previous research has found (Philippe *et al.*, 2014; Taylor *et al.*, 2011). The choice of correct timing for the beginning of preventive treatment must be carefully determined based on history and farm management (Philippe *et al.*, 2014). In this kind of feedlot systems, the sanitary status of the calves is unknown at arrival, and the life-cycle status of the parasite differs in each animal; some calves could be heavily infected and others not. So, it can be assumed that preventive treatment with diclazuril on arrival in the feedlot synchronize decreases oocyst excretion and lowers the infection pressure in the entire lot, as well as prevents the negative effects of *Coccidia spp* in those animals with more advanced parasitic cycles, whilst repeated treatment will disrupt the new parasite cycle from infection present in the surroundings, that would affect mainly to those animals without previous contacts with the parasite. So, this timing in diclazuril administration in this kind of farm, could be aligned with the diclazuril effects.

In conclusion, treatment with diclazuril at 1 mg per kg bodyweight improved the performance of feedlot calves during first 55 days, and this effect was significant when calves were treated twice with 14 days interval. Lifetime performance is influenced by early life development (Funston and Summers, 2013; Soberon *et al.*, 2012). We can suspect that a good coccidiosis control strategy can have an impact on lifetime performance. However, further research is needed to evaluate long-term effects, based on growth performance and feed conversion efficiency.

References

Gradwell D, Agneessens J, Coossens L, Veys P. 2005. Efficacy of diclazuril (Vecoxan®) against naturally acquired Eimeria infections in suckling calves and economic benefits of treatment Veterinary Association – Cattle Practice 2005; 13: 231-234.

Taylor/Catchpole 1994 Review article: coccidiosis of domestic ruminants Appl. Parasitol. 35 (2):73-86.

Funston RN and Summers AF. 2013. Epigenetics: Setting Up Lifetime Production of Beef Cows by Managing Nutrition. Annual Review of Animal Biosciences. Vol. 1: 339-363 (Volume publication date January 2013), DOI: 10.1146/annurev-animal-031412-103649.

Soberon F, Raffrenato E, Everett RW and Van Amburgh ME. 2012. Preweaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. J. Dairy Sci. 95:783–793, doi: 10.3168/jds.2011-4391.

Romero J, Sanabria R, Travería G, Di Paolo L, Peralta L. 2013. Metaphylactic effect of Diclazuril 0.25% in suckling beef calves, during a coccidiosis outbreak in extensive farming. Veterinary Parasitology 193 (2013) 277– 280.

Philippe P, Alzieu JP, Taylor MA, Dorchies Ph. 2014. Comparative efficacy of diclazuril (Vecoxan®) and toltrazuril (Baycox bovis®) against natural infections of Eimeria bovis and Eimeria zuernii in French calves. Article in press. Veterinary Parasitology.

Taylor MA, Marshall RN, Marshall JA, Catchpole J, Bartram D. 2011. Dose–response effects of diclazuril against pathogenic species of ovine coccidia and the development of protective immunity. Veterinary Parasitology 178 (2011) 48–57

El Diclofenaco de uso Veterinario, una Amenaza para los Buitres en España

Spanish Vultures Threatened by Veterinary Diclofenac

U. Höfle[1], J. M. Blanco-Portillo[2], J. Tavares[3],

[1]SaBio Working group, IREC (CSIC-UCLM-JCCM), Ciudad Real, Spain

[2]Fundación Aquila, Madrid, Spain

[3]Vulture Conservation Foundation, Zürich, Switzerland

Vultures play an important role in the world´s ecosystems: as scavengers, they consume animal carcasses, thus limiting the spread of disease. Out of 16 species of old-world vultures, 4 breed in Europe: the globally Endangered Egyptian Vulture (*Neophron percnopterus)*, the Near-Threatened Cinereous Vulture (*Aegypius monachus)* and Bearded Vulture (*Gypaetus barbatus*) and the globally Least Concern Griffon Vulture (*Gyps fulvus*). Until recently an insignificant region for global vulture numbers, compared to southern Asia and Africa, Europe is now the continent in the old world with most vultures in absolute numbers, as the vulture populations in South Asia have collapsed totally, while Africa is facing a large-scale vulture decline due to poisoning. Critical and key to vulture conservation in Europe is Spain. With more than 70,000 griffon vultures (90% of the European population), 5,000 black vultures (97% of the European population), 3,000 Egyptian vultures (85% of the European population) and 300 bearded vultures (67% of the European population), Spain is the most important country in Europe for these species – and for some (griffon and cinereous vulture) the most important country in the world!

Just 20 years ago the Indian White-backed Vulture was the most abundant bird of prey on earth, numbering 40-50 million individuals. They were able to clear away 15 million cattle carcasses per year, thus removing sources for infectious diseases and environmental pollutants. Since the early 1990s numbers of vultures in the Indian subcontinent began to decline at the unprecedented rate of 48% per year, leaving several species close to extinction. Post-mortem examination revealed severe visceral gout as the only lesion. The primary cause of the decline was eventually identified, through a joint international effort: veterinary diclofenac – a non-steroid anti-inflammatory drug (NSAID). Acute toxicology studies in several species of Griffon vultures revealed an extremely low LD50 of 0.1-0.2mg/kg. Thus diclofenac is 100 times more toxic to vultures than to most mammals or to the chicken (LD50: 25mg/kg). A study showed that a prevalence of only 0.4 to 0.7% of critically contaminated cattle carcasses completely explains the rate of decline of the Indian vulture populations. Thus, even remote use of veterinary diclofenac in cattle can have a significant impact.

Veterinary diclofenac was banned in the Indian Subcontinent from 2006, but it is now legally for sale in Spain and in 4 other European countries. Here we argue that veterinary diclofenac is a

significant threat to Spanish (and European) vultures.
In Spain diclofenac is licensed for use in cattle and pigs, and horses not intended for human consumption. Several different NSAIDS are used in cattle in cases of diarrheic processes in calves, endotoxemia, mastitis, bovine respiratory syndrome, etc. Vultures in Spain feed mostly on game and livestock carcasses, both in the field and on specific feeding stations, of which there are more than 200 across Iberia. In contrast to India carcasses deposited at these feeding stations are strictly controlled by official agencies and specific legislation (EU142/2011 and RD1528/2012) but are not tested for diclofenac. Extensive livestock farming systems prevalent in large parts of Spain where livestock may die in the fields and be eaten, rarely employ NSAIDS. However – with animal byproducts and carcasses from different sources offered at feeding stations, and the low prevalence of contamination necessary for devastating effects we argue that there is a risk of vultures feeding on carcasses of livestock that have been treated with veterinary diclofenac. In fact the manufacturer of veterinary diclofenac has included the sentence "Do not use in animals that could enter the food chain of wild animals" in the specification sheet.
A survey of zoo-veterinarians has shown that most of the other commercially available NSAIDS are far less toxic than diclofenac, however there are indications that all carboxilic acid compounds can also cause visceral gout. The only safe alternative identified to this point is an enolic acid oxicam derivate. Systematic toxicity studies performed in Griffon Vultures revealed no toxic effect of this NSAID up to a dose of 2mg/kg administered i.m. or orally, potentially due to its extremely short half-life in vultures (0.3-0.4h) and a lack of reactive metabolites.
Veterinary diclofenac may also be a threat to other birds of prey: Recently Steppe Eagles (*Aquila nipalensis*) were found dead in India with extreme visceral gout as well as high tissue levels of diclofenac. This is relevant to Spain, as the Spanish Imperial Eagle (*Aquila adalberti*), one of the rarest eagles in the world, is a close relative, and both species are partially scavengers.
In conclusion, diclofenac kills vultures and has caused a dramatic (98%) and rapid decline in Indian vultures – significant effort has achieved a ban in that region, as a non-toxic alternative exists. The appearance of diclofenac in Europe represents a new and significant threat to European vulture populations, and creates a precedent that can have global impact on the world´s vultures.

COMUNICACIONES REPRODUCCIÓN, GENÉTICA-GENÒMICA Y GESTIÓN

Desarrollo de un simulador de explotaciones lecheras para valorar el efecto de diferentes estrategias productivas sobre el rendimiento técnico y económico

Development of a dairy farm simulation program to evaluate the effect of different production strategies on technical and economical performance

S. Calsamiglia[1], L. Castillejos[1], S. Astiz[2], Q. Baucells[3]

[1]Servei de Nutrició i Benestar Animal, Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Universitat Autònoma de Barcelona

[2]Departamento de Reproducción Animal, INIA, Madrid

[3]Centre Veterinari Tona, Tona, Barcelona

Introducción

El sector bovino lechero se enfrenta a una encruzijada compleja derivada del contexto de precios, la abolición del sistema de cuotas lecheras y la dificultad para mantener la competitividad. La sostenibilidad económica requiere tomar decisiones estratégicas que son dificiles de evaluar *a priori*, ya que dependen de numerosos factores técnicos y económicos que interaccionan entre sí. La consecuencia de esta dificultad es la tendencia a valoraciones subjetivas sobre los resultados de diferentes opciones técnicas (crecimiento acelerado de terneras, programas de sincronización, vacunaciones, alimentación en lotes,...) o estrategias productivas (intensificación, proyectos de expansión,...). Sin embargo, este debate refleja en buena medida nuestra incapacidad de integrar todos los efectos técnicos y económicos derivados de las decisiones para obtener una valoración objetiva.

Objetivo

El objetivo del presente proyecto es desarrollar un modelo de simulación probabilístico para predecir el funcionamiento de una explotación lechera y evaluar el impacto de la modificación de los factores determinantes en su rentabilidad.

Desarrollo del modelo

La modelización matemática es compleja y requiere del uso de ecuaciones de predicción empíricas dificiles de obtener. Una aproximación alternativa a la modelización es la simulación basada en la aplicación de los principios biológicos para describir la evolución de cada individuo en función de sus propios parámetros y las variables del contexto que pueden ser modificadas por el usuario. Estos modelos son más fáciles de entender y desarrollar, pero requieren de mayor capacidad de cálculo. El modelo propuesto considera a cada uno de los animales de una explotación, describiendo su ciclo biológico (curva de lactación, crecimiento, gestación, ciclo reproductivo...), condiciones de alimentación, patologías (incidencia, duración, efectos a corto y medio plazo, interaciones entre enfermedades,...), efectos medioambientales (estrés por calor), de manejo (lotes, frecuencia de distribución de alimentos,...), de planificación reproductiva (sincronización de celos, sistemas de detección de celos,...), etc. El modelo está diseñado para cargar los datos propios de una explotación (datos de vacas individuales e indices técnicos y económicos) y simular cambios en las condiciones con el objetivo de valorar la mejor estrategia para optimizar su competitividad y valorar el riesgo y la incertidumbre mediante análisis de sensibilidad. El modelo se ha concebido para mantener un equilibrio entre la rigurosidad de la simulación biológica y el desarrollo de una aplicación informática fácil, y accesible vía web.

Ejemplo de aplicación del modelo: tasa de reposicion y semen de calidad

A modo de ejemplo, se seleccionó una explotación con 810 vacas adultas y 490 terneras de reposición, 30,5 l/vaca presente (10.800 l/vaca/año), 205 DEL, y 15% tasa de preñez. Los índices técnicos, la inciencia de patologías y sus efectos, y los indices económicos se han programado en base a medias nacionales y bibliográficas. Se simularon dos escenarios de mejora productiva: 1) Incrementando 5 unidades de porcentage en la tasa de reposición (del 31 al 36%); y 2) Utilizando semen de alto valor genético (uso de dosis de 10 ó 20 €), considerando que la dosis de mayor precio resultaba en un 2% de mejora del potencial genético de las hijas respecto a las madres. Se simularon 10 años en condiciones de estabilidad de los índices técnicos y económicos. Cuando se incremenó la tasa de reposición

el beneficio económico mejoró durante los primeros 5 años, estabilizándose pósteriormente, lo que sugiere que la estrategia de eliminación alcanzó su punto de equilibrio y debería volverse a modificar a partir de ese momento. Al final del periodo de 10 años de simulación, el aumento en la tasa de reposición incrementó los beneficios en un 14% respecto al control. El uso de semen de mayor valor genético resultó en una pérdida de ingresos durante los primeros 5 años, probablemente debido al mayor coste de las dosis y al tiempo necesario para la expresión del potencial genético de la descendencia. Al final del periodo de 10 años de simulación, la utilización de semen de alto valor genético resultó en un pérdida del 20% respecto al control. Sin embargo, los beneficios del último año simulado eran un 16% mayor con el uso de semen de alto valor genético respecto al control, pero esta estrategia de mejora no alcanzó el equilibrio económico global hasta los 13 años.

En resumen, aunque las estrategias de mejora genética no deben olvidarse en la planificación futura de una explotación, el retorno económico es a largo plazo, mientras que las estrategias de mayor presión de selección a partir de un incremento en la tasa de eliminación de animales por producción resulta en retornos económicos a corto y medio plazo.

Evaluación de lo pH ruminal de vacas lecheras en Portugal - relación con otros parámetros

Ruminal pH evaluation of dairy cows in Portugal - relationship with other parameters

B. Moreira [1,2], R. Bexiga[1,2], R. Bessa[1], G. Stilwell[1]

[1]Faculdade de Medicina Veterinária – Universidade de Lisboa (FMV-ULisboa), Portugal

[2] Serbuvet, Portugal

Introduction/Objectives

Subacute ruminal acidosis (SARA) is a metabolic disease of multifactorial nature that usually requires action at different levels, but especially at a prevention level. The aim of this study was to evaluate the ruminal pH of dairy cows in Portugal. In addition, we sought to determine if there was any correlation between ruminal pH and dietary fiber length and fat and β-hydroxybutyrate (βHB) values in milk.

Material and methods

Rumen fluid was harvested using a rumen probe and the pH was measured using a previously validated handset. In order to evaluate the dietary fiber length we resorted to the Penn State Particle Separator (PSPS). At the same time milk was collected for evaluation of the fat, and a semiquantitative measurement of βHB values through Ketotest® strips (Elanco). An average of 13 cows were randomly selected on each of 14 farms with 100 to 800 animals in production. In four of these farms intra-ruminal monensin boluses (Kexxtone®, Elanco) had been administered to the animals included in the trial. A total of 185 animals was sampled at five to 100 days in milk, and 54 of these animals were primiparous. The study was conducted between August and October 2014. Statistical analysis was performed using SAS® software (Statistical Analysis System).

Results

Table 1 shows the mean, minimum and maximum for each parameter analyzed in the 14 farms studied.

Data analysis showed that there was a positive and statistically significant correlation between the amount of the fiber grating with a particle size >19 mm and pH values (P<0.05). The same trend seems to occur on the sieve for diameter >8 mm (P=0.07). Interestingly, there was a positive relationship between the amount retained on the sieve with a diameter >1.18 mm and milk production (P=0.051).

Table 2. Interpretation of ruminal pH

Farm	Mean pH	Minimum pH	Maximum pH	Outcome	Percentage	Interpretation
1	6.30	5.9	6.6	1/9	11%	negative
2	6.14	5.6	6.8	6/14	43%	**positive**
3	6.18	5.8	6.4	1/12	8%	negative
4	6.38	6.0	6.7	0/11	0%	negative
5	6.53	6.1	6.8	0/12	0%	negative
6	5.95	5.5	6.4	8/15	53%	**positive**
7	6.08	5.5	6.7	7/15	47%	**positive**
8	5.96	5.5	6.3	6/15	40%	**positive**
9	6.14	5.7	6.8	3/15	20%	borderline
10	6.16	5.7	6.5	2/16	13%	negative
11	6.43	6.0	6.8	0/12	0%	negative
12	6.53	6.2	6.8	0/15	0%	negative
13	6.24	5.8	6.7	2/10	20%	borderline
14	6.31	5.9	6.6	1/14	7%	negative

Table 2 shows that there were four farms with SARA, two farms at risk of developing SARA and eight farms without risk. In this study, we considered that cows with pH less than 6 had SARA. We considered as having SARA all farms with more than 30% positive cows and not having SARA when prevalence of positive cows is less than 15%. Those with percentages between these two values were considered to be at risk.

According to this analysis, there was a greater likelihood of

Table 1. Results of studied parameters in cows in Portugal

								PSPS (%)			
	DIM	Prod	Lact	SK	CK	Fat (%)	pH	> 19mm	<19 >8mm	<8 >1.18mm	Bottom
Mean	49.5	36.4	2.2	43%	10%	3.7	6.24	11.5	33.0	13.1	42.4
Minimum	5	13	1	11%	6%	1.30	5.50	1.6	19.9	8.9	31.69
Maximum	100	68	8	83%	27%	7.4	6.80	36.8	51	18.1	52.6

DIM=Days in Milk; Prod=Average milk production per day; Lact=Number of Lactation; SK=Subclinical ketosis; CK=Clinic ketosis; Fat=Milk fat; pH=Ruminal pH; Bottom=last box of PSPS without sieve

multiparous cows to have SK and CK (P<0.001). However, it was found that multiparous cows tendes to have higher milk fat values than primiparous (P=0.052). Furthermore, it was found that higher milk yield was correlated with the higher probability of cows having CK (P<0.001).

There was no correlation between milk fat and rumen pH and between milk fat and the amount of food on each PSPS sieve. There was also no correlation between the ruminal pH and lactation number, production, CK, CK or DIM.

In this analysis there was no statistically significant difference between the cows which were administered intra-ruminal boluses and those that did not receive this drug.

Conclusion

Our results show that farmers should ensure a particle size greater than 19 mm in order to prevent SARA but at the same time it was found that the lack does not seem to be detrimental to milk production. It is suggested to carry out more work in this area in order to better correlate the values of the screen >1.18 mm of PSPS and milk production. The incidence of SK in this study was found to be relatively high. However, the use of Kexxtone® should be rationalized because massive use was found not to have a relevant effect on ketosis prevalence.

Uso de cosynch-5 en novillas holstein en un establo con mala detección de celos

Use of cosynch-5 in holstein heifers in a farm with poor heat detection

C. Dammert Clínico Independiente

Introducción

Es conocida la importancia económica de la edad de la inseminación de novillas, y conviene que tengan el primer parto con 23 o 24 meses de edad. En este contexto, se hace una evaluación estadística del uso del Cosynch-5 en las novillas de un establo con mala detección de celos.

Material y métodos

Es una ganadería que ordeña 180 vacas adultas. En las novillas se usó Cosynch-5 para suplantar la deficiente detección de celos.

El protocolo que se usó fue el siguiente:

- Jueves tarde: colocación intravaginal de un dispositivo de progesterona (1,38 g de progesterona + inyección de GnRH (100 µg de gonadorelina)
- Martes tarde: retirada del dispositivo intravaginal + inyección de prostaglandina (0,150 mg de d-Cloprostenol)
- Viernes tarde: inseminación artificial + inyección de GnRH (100 µg de gonadorelina)

Los resultados de inseminación del Cosynch-5 fueron comparados con los de las inseminaciones contemporáneas con celo espontáneo.

Fueron analizadas 148 inseminaciones en 79 novillas.

Los datos registrados en hoja Excel fueron: identificación del animal, fechas de nacimiento, inseminación artificial, diagnóstico de gestación y parto.

Resultados

Los resultados que se presentan son:

1- Distribución de la edad y el Nº de IAs sobre la tasa de gestación
2- Tasa de gestación y de parto de las novillas inseminadas en un año desde Marzo de 2011 a Febrero de 2012
3- Efecto del sexo del feto sobre la duración de la gestación
4- Resultado global de la explotación en relación a las novillas

Tabla 1. Distribución de la edad a la IA y del número de IAs y su efecto sobre la tasa de gestación

		Edad			
Grupo	**n**	**Med**	**DE**	**Min**	**Max**
IA celo espontáneo	71	17.4	2.6	14.0	24.9
IATF Cosynch 5	77	18.2	2.8	13.9	26.4
Gestantes	71	17.9	2.6	14.2	26.4
No gestantes	77	17.7	2.9	13.9	25.1
		Nº IA			
Grupo	**n**	**Med**	**DE**	**Min**	**Max**
IA celo espontáneo	71	2.1	1.3	1	6
IATF Cosynch 5	77	2.2	1.4	1	7
Gestante	71	2.1	1.2	1	6
No gestantes	77	2.2	1.4	1	7

Tabla 2. Tasas de gestación y de parto (marzo 2011 a febrero 2012)

Grupo	n	Gestantes	Paridas
IA celo espontáneo	71	26 (36.6%)	25 (35.2%)*
IATF Cosynch 5	77	47 (61.0%)	45 (55,8%)*
Valor de P	–	0.002	0.004

* Un aborto en el grupo 1 y dos abortos en el grupo IATF

Tabla 3. Efecto del sexo del feto sobre la duración de la gestación

		Duración de la gestación			
Grupo	**n**	**Med**	**DE**	**Mínimo**	**Máximo**
Gestación macho	37	276.2	5.7	265	292
Gestación hembra	29	274.2	5.2	265	286

Se compararon los resultados de las novillas inseminadas con celo espontáneo con los de las sometidas a Cosynch-5. Verificamos que no hubo diferencia entre los dos grupos en lo que se refiere a la edad media y al número medio de IAs y que esos factores no afectaron la tasa de gestación. Sin embargo, el tratamiento con Cosynch-5 aumentó significativamente la tasa de gestación de las novillas, pasando de 36,6% para las inseminadas con celo detectado a 61% para las novillas de IATF.

Usando este sistema, en un año, se recuperaron cerca de 60 días en la edad de la primera inseminación y en la edad de la primera inseminación fecundante, la edad al primer parto no fue posible evaluar porque la ganadería se vendió.

Conclusiones

El protocolo de IA Cosynch-5 dio lugar a tasas de gestación y parto significativamente superiores a las del protocolo de celo espontáneo Esto significa que se adaptó bien a las condiciones de esta ganadería. La edad y el número de IAs no influenciaron

la tasa de gestación de las novillas inseminadas con 2 protocolos diferentes. Existe una alteración de la proporción entre sexos que no es significativa, pero que sería evaluable con mayor número de animales.

Datos descriptivos de fertilidad a primera IA tras protocolos de sincronización y fertilidad en las subsiguientes IAs tras protocolos de resincronización en 32 granjas del Noreste español

Descriptive results of fertility after first AI with presynchronization protocols and fertility from second AIs after resynchronization protocols in 32 farms from the Northeast of Spain

S. Astiz[1], J. Heras[2], O. Fargas[3]

[1] Departamento de Reproducción Animal (INIA), Madrid

[2]VETHER, Mas Ros, Girona

[3]VAPL S.L., Barcelona

Para mejorar la eficiencia reproductiva, antes de la primera IA se recurre cada vez más a tratamientos hormonales de presicronización (PreS) que permiten inseminar a tiempo fijo (IATF). Estos tratamientos permiten planificar el día de la primera inseminación que puede ser deliberadamente diferente según el número de parto de las vacas, aunque esta decisión aún es controvertida. De los distintos protocolos PreS más usuales encontramos Presynch, Doble Ovsynch (DO) y G6G.

Tras la primera IA dejamos gestante un porcentaje de vacas (40% de media), y para dejar gestantes al resto lo antes posible se recurre a protocolos IATF de resincronización (ReS). En estas subsiguientes inseminaciones urge volver a inseminar, por lo que los programas de elección suelen ser más cortos (Ovsynch u Ovsynch corto).

Objetivo

El objetivo de este estudio es describir los resultados de fertilidad a primera IA tras distintos PreS, así como los resultados de fertilidad en subsiguientes IAs tras protocolos ReS, en granjas comerciales, y analizar los factores de riesgo.

Material y métodos

Se trabajó en 32 granjas (media de 400 vacas en lactación y 10.507l/vaca/lactación), durante 2013. Los datos se recogían rutinariamente de programas reproductivos. Los PreS aplicados fueron Doble Ovsynch (DO), Doble Ovsynch Corto (DOC) y G6G (fig. 1). Los ReS aplicados fueron G6G, 5días-Ovsynch (5dO) y 5dO con dispositivo liberador de progesterona (5dOP; fig. 2).

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
PG	1	GnRH	3	4	5	6
7	GnRH	9	10	11	12	13
14	PG	PG	GnRH (pm)	IA		
G6G	Intervalo comienzo sincronización – IA= 18 días					
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
				GnRH	1	2
3	4	5	6	PG	8	9
GnRH	11	12	13	14	15	16
GnRH	18	19	20	21	22	23
PG	25	GnRH (pm)	IA			
DO	Intervalo comienzo sincronización – IA= 27 días					
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
	GnRH	1	2	3	4	5
6	PG	8	GnRH	10	11	12
13	14	GnRH	16	17	18	19
PG	PG	GnRH (pm)	IA			
DOC	Intervalo comienzo sincronización – IA= 23 días					

Figura 1. Protocolos de presincronización G6G, Doble Ovsynch (DO) y Doble Ovsynch corto (DOC); PG= prostaglandina

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
PG	1	GnRH	3	4	5	6
7	GnRH	9	10	11	12	13
14	PG	PG	GnRH (pm)	IA		
G6G	Intervalo comienzo sincronización – IA= 18 días					
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
		GnRH	1	2	3	4
PG	PG	GnRH (pm)	IA			
5dO	Intervalo comienzo sincronización – IA= 8 días					
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
		GnRH + **inserción DIP**	1	2	3	4
PG + extracción **DIP**	PG	GnRH (pm)	IA			
5dOP	Intervalo comienzo sincronización – IA= 8 días					

Figura 2. Protocolos de resincronización G6G, 5días-Ovsynch (5dO) y 5dO con DIP (5dOP); PG= prostaglandina; DI*P*= dispositivo intravaginal liberador de progesterona

Se recogieron como factores de riesgo posibles la época de inseminación (calurosa o no), la paridad de las vacas (primípara o multípara), así como la propia granja. Los datos se analizaron con Análisis de Varianza y de Regresión mediante SPSS® 19.0 (IBM, NY, USA).

Resultados y discusión

Tanto en la fertilidad a primera, como en las sucesivas se observó una influencia significativa sobre la fertilidad por parte de las granjas (P<0,001) con valores que oscilaron del 24 al 59% de media en las primeras IAs, y 17-59% en las resincronizaciones. Los resultados generales se recogen en la tabla.

Tabla 1. Resultados de fertilidad a primera IA tras protocolos de sincronización hormonales, y de fertilidad en subsiguientes inseminaciones tras protocolos de resincronización

		Fertilidad a primera IA					
		n	(%)		SD	OR	*P*
Época	Calurosa	1486	34,25	±	12,98	ref,	
	Fresca	6938	41,94	±	9,03	1,485	<0,001
Tipo	Multíparas	5362	37,6	±	8,84	ref,	
	Primíparas	3062	45,82	±	10,51	1,182	<0,001
Protocolo	DO	8588	40,73	±	10,42	ref,	
	DOC	116	33,62	±	20,12	0,695	= 0,089
	G6G	1720	40.52	±	8.41	0.897	=0,057
	Total	8424	40.59	±	10.27		
		Fertilidad en IA ≥2					
		n	(%)		SD	OR	*P*
Época	Calurosa	1093	23.51	±	8.69	ref.	
	Fresca	3186	40.84	±	10.99	2.241	<0,001
Tipo	Multíparas	2809	36.42	±	12.39	ref.	
	Primíparas	1470	36.40	±	13.81		>0,05
Protocolo	5dO y 5dOP	705	26.47	±	12.21	ref.	
	G6G	3574	38.08	±	12.32	1.477	<0,001
	Total	4279	36.41	±	12.89		

DO=Doble Ovsynch; DOC=Doble Ovsynch Corto; 5dO=5días Ovsynch; 5dO*P*=5días Ovsynch con progesterona.

Primeras IAs

El análisis de regresión demostró una influencia significativa de la época con peores resultados en la calurosa, tal y como se describen en muchos otros trabajos, además de una fertilidad general mejor en las primíparas respecto de las multíparas.

El protocolo PreS resultó ser factor significativo, mostrándose una tendencia, al analizar todos los animales juntos, de peores resultados tras G6G y DOC respecto del DO. Sin embargo, este efecto se mostró significativo exclusivamente en las primíparas, al separar los animales por paridad, siendo el protocolo G6G significativamente peor que el DO (OR=0,775; *P*=0,008), resultados concordantes con otros estudios.

Interacciones interesantes fueron la de época-paridad con multíparas sufriendo un mayor descenso de fertilidad con el calor que las primíparas (*P*=0,003), y posiblemente consecuencia de lo mismo fuese la interacción época-protocolo, en donde DO parecía verse menos afectado en época calurosa (*P*<0,001). Finalmente, se observó una interacción significativa paridad-protocolo, en donde los protocolos DO y DOC se comportaban significativamente mejor en primíparas respecto a multíparas, sin diferencia en el protocolo G6G (*P*<0,001).

Subsiguientes IAs

El análisis de regresión demostró de nuevo la negativa influencia del calor, no siendo la paridad un efecto influyente en las resincronizaciones.

G6G resultó ser significativamente mejor que 5dO, sin observarse diferencias entre 5dO y 5DOP analizando todas las vacas en conjunto. Separando los datos según paridad, en multíparas esta diferencia se mantenía clara, pasando a ser tendencia en primíparas (OR=1,426; *P*=0,064). Ya hay otros estudios que tampoco encuentran diferencias entre 5dO y 5dOP, por lo que ambos protocolos serían una opción. Además, estos protocolos reducen los días entre IAs en 10d, respecto del G6G, por lo que, aun con menor fertilidad, podrían resultar en una mejor ritmo de preñez en el tiempo global. Para este análisis hay que introducir el factor "momento del diagnóstico de gestación" para analizar el ritmo con el que se van dejando las vacas gestantes en la granja. Según qué ritmo tenemos, encajan los tres protocolos consiguiendo una tasa de preñez semejante.

Conclusiones

El calor afecta significativamente a la fertilidad general. En los protocolos de presincronización se observa un mejor efecto en las primíparas con DO y DOC, respecto de G6G. En las resincronizaciones el protocolo con mayor fertilidad fue G6G, aunque tanto 5dO y 5dOP reducen en 10d el intervalo protocolo-IA y pueden dar lugar a una tasa de preñez igual que G6G.

Relación entre la citología y bacteriología del útero en vacas de producción láctea

Relationship between uterine cytology and bacteriology in dairy cattle

B. Mariño, L. Barrio, J.E. Mociños, J.L. Guillin, M. Barrio, J.J. Becerra, P.G. Herradón, A. Prieto, G Fernández, A.I. Peña, L.A. Quintela

Facultad de Veterinaria. Universidad de Santiago de Compostela, Lugo

En los últimos años, la endometritis subclínica (ES) han sido el objeto de numerosos estudios (Priest, 2013), sin embargo, a pesar del elevado número de investigaciones al respecto siguen sin estar totalmente aclarados determinados aspectos del problema. Uno de estos aspectos es el tratamiento, no existen muchos trabajos sobre este tema y los pocos que existen, o bien no obtienen resultados positivos (Lima *et al.*, 2013) o, si los obtienen, no son concluyentes (Kasimanickam *et al.*, 2004; Priest, 2013). Los tratamientos probados en estos estudios fueron las prostaglandinas (Kasimanickam *et al.*, 2005; Lima *et al.*, 2013), los antibióticos (Kasimanickam *et al.*, 2004) y los antiinflamatorios no esteroideos (Priest, 2013). Cada uno de estos tratamientos es adecuado para una determinada situación mientras que los antibióticos y prostaglandinas serían eficaces ante una infección con contenido anormal en el útero, los antiinflamatorios lo serian frente a un proceso inflamatorio. Ante estas opciones, conocer si en el caso de las ES estamos ante una situación u otra puede ser una ayuda para futuros estudios sobre el tema. Es por esto, que el objetivo de este trabajo ha sido comprobar la relación entre la citología y la contaminación bacteriana del útero.

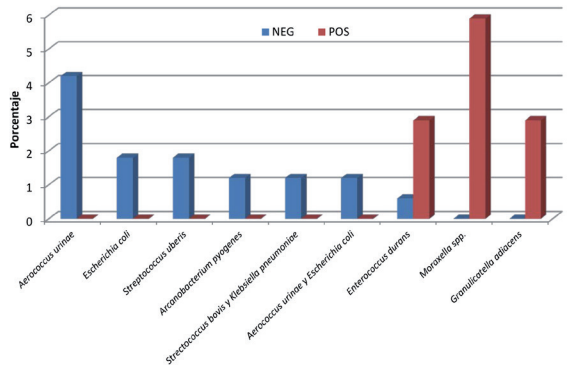
Para llevar a cabo este estudio se recogieron 100 aparatos genitales de vacas frisonas procedentes de un matadero local (10 a la semana). Los úteros se seleccionaron aleatoriamente siempre que no mostraran signos patológicos al examen visual o pertenecieran a una vaca gestante o en proceso de involución. Los úteros así seleccionados se separaron del resto de las vísceras y mediante bridas de plástico se sellaron a nivel de los cuernos y el cuello. De esta forma fueron transportados al laboratorio en donde se procedió a la recogida de las muestras (el estudio se

llevó a cabo en ambos cuernos por separado por lo que el número de muestra es 200):

- De la parte apical del cuerno, a través de una pequeña incisión, mediante un hisopo estéril, se recogió una muestra para bacteriología. La pared de la zona en la que se realizó la incisión para la extracción de la muestra se esterilizó mediante cauterización. Para el cultivo, aislamiento e identificación de los microorganismos presentes en la muestra se utilizaron métodos estandarizados (Carter, 1990; Koneman, 2006).
- En la parte proximal del cuerno se realizó una citología mediante un *citobrush*. Tras realizar una extensión sobre un portaobjetos y secar al aire, se tiñeron mediante la técnica Diff Quick®. Para la interpretación, se contaron un mínimo de 250 células nucleadas en la muestra y se calculó el porcentaje de polimorfonucleares, considerando positivas las muestras con un 5% o más.

Los datos obtenidos respecto a la presencia y tipo de microorganismos en el útero se compararon con la citología mediante una Chi^2.

Los resultados obtenidos muestran que la presencia de microorganismos en el interior del útero no está relacionado con la citología, ya que el porcentaje de cuernos contaminados fue casi el mismo entre los positivos y negativos en la citología (11,8 vs. 12%, *P*>0.05). Sin embargo, sí se apreciaba una diferencia importante cuando analizamos el tipo de microorganismo aislado en el cultivo (gráfica 1).



Gráfica 1. Microorganismos aislados en los cultivos positivos en función del resultado de la citología.

Estos datos coinciden con otros trabajos similares en los que las vacas con ES, o no presentan microorganismos en el útero (Madoz *et al.*, 2014), o solo aparecen en un porcentaje reducido de animales (Lazari *et al.*, 2011). Esto es probablemente debido a que la ES se produce como consecuencia de la alteración del proceso de la inflamación.

En conclusión, podemos decir que las ES son procesos de tipo inflamatorio que, inicialmente, pueden haber sido ocasionados por un microorganismo, pero pósteriormente el problema es, probablemente, la persistencia patológica de la inflamación.

Referencias

Priest N. 2013. Tesis doctoral. Lincoln University. Lincoln.

Lima FS *et al.* 2013. J. Dairy Sci. 96: 6480–6488

Kasimanickama R *et al.* 2005. Theriogenology 63: 818–830

Carter GR y Cole JR. 1990. Diagnostic procedure in Veterinary Bacteriology and Mycology. Academic Press.

Koneman E *et al.* 2006. Koneman's Color Atlas and Textbook of Diagnostic Microbiology. Lippincott Williams & Wilkins.

Lazzari G *et al.* 2011. Large Animal Review 17: 43-47.

Madoz LV *et al.* 2014. Journal Dairy Science 97: 1-7.

Aplicación en el postparto temprano de eCG y protocolos hormonales de sincronización para intentar paliar los efectos del estrés por calor sobre la fertilidad a la primera IA

Early postpartum application of eCG and hormonal synchronization protocols to try to diminish the negative effects of heat stress on the fertility after first inseminations

S. Astiz[1], F. Sebastián[2], O.Fargas[3], M. Fernández[2], E.Calvet[3],

[1]Dpto. Reproducción Animal, INIA, Madrid

[2]Granja SAT More, Bétere, Valencia.

[3]VAPL S.L., Tona, Barcelona

El estrés por calor afecta muy acusadamente a la fertilidad de las vacas. La aplicación temprana de eCG en el postparto podría mejorar el comienzo de la actividad ovárica, así como el ambiente uterino. Igualmente, parece ser que alcanzar niveles óptimos de progesterona en ciclos previos es determinante para la fertilidad del folículo que ovula en los protocolos de inseminación a tiempo fijo, y también tendría un efecto positivo en el ambiente uterino.

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la aplicación de eCG en el postparto temprano en combinación con protocolos de sincronización a primera IA con o sin el uso de dispositivos liberadores de progesterona (DIP).

El estudio aleatorizado, de diseño 2x2, se realizó en una granja comercial, incluyéndose los animales paridos sanos durante la época calurosa de 2013 (n=400). El grupo-eCG recibió una dosis de 500ui de eCG a día 11-17 pp (n=213) y el grupo control o C no (n=187). A día 96,34±9.88pp se comenzó la sincronización para IATF: Doble-Cosynch-Corto (DCoC; n=267), o Doble-Cosynch-Corto con inserción de dispositivo intravaginal liberador de progesterona (DIP) durante el primer Ovsynch (DCoC-DIP; n=133; figura).

Según el cruce con la aplicación de eCG los grupos finales fueron eCG-DCoC (n=137);

eCG-DCoC-DIP (n=76); C-DCoC (n=130) y C-DCoC-DIP (n=57).

Se efectuaron ecografías el día de la aplicación de eCG y cada 7d durante 3s (ecos 1-3) y se registraba existencia de folículo dominante (FD; folículo de 8-20mm de diámetro), cuerpo lúteo (CL) y grosor del endometrio, y presencia de pus en lumen uterino (endometritis).

El día 30pp se realizó biopsia uterina para el recuento de polimorfonucleados-neutrófilos (PMN) considerándose el *cut-off* para endometritis subclínica de ≥20%.

Una vez comenzadas las sincronizaciones se efectuaron ecografías según la figura (Ecos-4- 6) y 7 días postIA (eco-8). El diagnóstico de gestación se efectuó a 30 y 60d.

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
	GnRH+ inserción DIP	1	2	3	4	5
6	PG+ retirada DIP	8	GnRH	10	11	12
13	14	GnRH Eco-4	16	17	18	19
PG Eco-5	PG	22	GnRH-IA Eco-6			
DCoC-DIP	Intervalo comienzo sincronización – IA= 23 días					
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
	GnRH	1	2	3	4	5
6	PG	8	GnRH	10	11	12
13	14	GnRH Eco-4	16	17	18	19
PG Eco-5	PG	22	GnRH-IA Eco-6			
DCoC	Intervalo comienzo sincronización – IA= 23 días					

Figura. Sincronización a primera IA: Doble-Cosynch-Corto (DCoC) y Doble-Cosynch-Corto con DIP (DCoC-DIP)

PG= prostaglandina; DI*P*=dispositivo intravaginal liberador de progesterona; eco:=exploración ecográfica

Resultados y discusión

La media de lactaciones (2,33±1,34), DEL a IA (96,33±9,88), fertilidad entre inseminadores (2), entre toros (6) y la producción/día a la IA (41,38±7,74l) no se diferenció entre grupos.

La fertilidad a primera IA fue 34,9 y 30,4% a 30 y 60d, respectivamente. Por la presencia de CL se comprobaba una progresiva adquisición de la actividad ovárica (4,2; 30,2 y 48,4% de animales con CL 1, 2 y 3s post-eCG, respectivamente) con 55,1% de vacas con CL al inicio de la sincronización. El 24,3% mostraban FD, y 30,9% CL en la Eco-4 y a la aplicación de PG 31,4% tenían CL; a la IA un 36,4% de los animales mostraba FD. A día 30pp la endometritis subclínica fue del 7,7%.

No se observó ninguna estructura ovárica que prevaleciera más en función de la aplicación de eCG durante el estudio. La prevalencia de endometritis mostró tendencia a reducirse 2 semanas post-eCG (26,2 vs. 19,2%; *P*=0,059) y la proporción de vacas con pus fue numéricamente menor en el grupo con eCG (21,4 vs. 16,8%; *P*=0.15). Sin embargo, ni la endometritis subclínica ni la fertilidad a 30 o a 60d varió según eCG (34.9 y 30,4 vs. 32 y 28,3%).

El grupo con DIP presentó más frecuentemente FD en Eco-4 (20,2 vs. 32,3%; *P*=0.06), siendo ésta la única diferencia entre los grupos con y sin DIP, aunque en la Eco-6 había menos vacas con CL (4.9 vs. 1,5%; *P*=0,077). La fertilidad no varió con o sin DIP (29,8 y 24,8 vs. 35,7 y 31,7% a 30 y 60d; *P*>0,2).

Hubo una interacción entre el tratamiento de la eCG y DIP, donde había más vacas tratadas con DIP, con FD en la ECO-4 sólo sin eCG previa (16,9% en C-DCoC vs. 35,1% en C-DCoC-DIP; *P*=0,006), mientras que las que sí habían llevado eCG (eCG-DCoC y eCG-DCoC-DIP) la media fue 25,8%. Igualmente se observaron menos animales con CL al día de la IA con ambos tratamientos, eCG y DIP (4,6% en eCG-DCoC vs. 0% en eCG-DCoC-DIP; *P*=0,11). Finalmente, el número de animales con CL 7d post-IA fue mayor entre los no tratados con eCG, pero sí con DIP (30,8% en C-DCoC vs. 38,6% en C-DCoC-DIP; *P*=0,19).

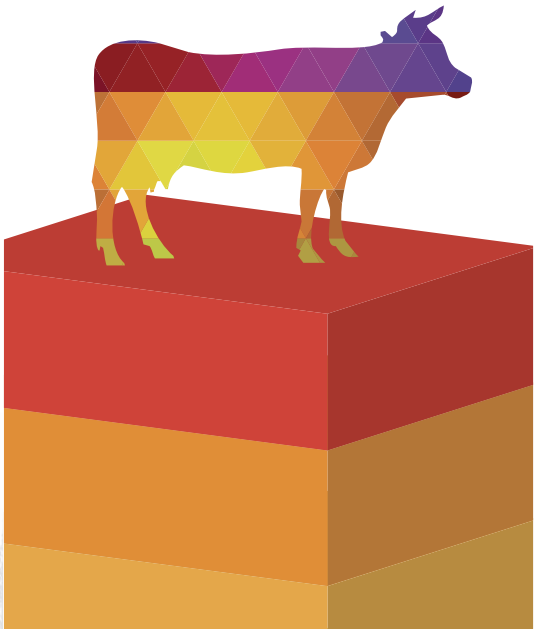
En conclusión, la aplicación temprana con eCG aunque pudiera haber beneficiado levemente el estado endometrial de los animales, no supuso ningún efecto beneficioso en la capacidad de quedar gestantes, ni a día 30 ni a 60 tras la primera IA. El protocolo de sincronización con doble Cosynch corto a primera IA, con o sin DIP en la primera parte del ciclo, tampoco supuso ninguna diferencia en fertilidad, ni se observaron interacciones claras entre ambos tratamientos (eCG sí o no, con protocolo de Doble-Cosynch-Corto con o sin DIP). Otras estrategias deberían ser usadas en esta granja con el fin de paliar el efecto del estrés por calor en el postparto en vacas lecheras.

XX

CONGRESO INTERNACIONAL ANEMBE DE MEDICINA BOVINA

Burgos 6, 7 y 8 de mayo de 2015

PÓSTER



ANEMBE
ASOCIACIÓN NACIONAL DE ESPECIALISTAS EN MEDICINA BOVINA DE ESPAÑA

SANIDAD

Fallo reproductivo, protección fetal e inmunidad en bovinos. Datos relevantes

Reproductive failure, fetal protection and immunity in bovines. Relevant data

R. Vázquez Aguilar

Asesor Técnico Especialista en Bovinos. Zoetis México, S.A.

Resumen

El fallo reproductivo de los animales afectan en forma directa la productividad del hato (carne, leche, menor cosecha de becerros), y al menos 50 por ciento de éstas, se relacionan con enfermedades infecciosas que se traducen en bajos índices de preñez y partos, alta tasa de mortalidad en becerros, reducción de peso al destete, elevado porcentaje de eliminación involuntaria del pie de cría, e ineficiencia en los programas de inseminación artificial o transferencia de embriones. Los tratados y acuerdos comerciales en la compra de ganado o semen, incrementan el riesgo de introducir enfermedades. México sostiene relación comercial con más de 43 países. Las principales importaciones se realizan desde Australia, Nueva Zelanda y Estados Unidos, con una participación en el volumen de 42, 37 y 14%, respectivamente. Las Fallas Reproductivas comunes son identificadas por: la muerte embrionaria, muerte fetal, partos prematuros y terneros nacidos muertos o débiles. En algunos estudios, se demuestra que las pérdidas de la gestación ocurren en vacas en un 50% durante los primeros 30 días. Las causas de abortos en México permanecen como desconocidas en más de un 70 % de las veces. Se ha observado que el 90 % de los casos diagnosticados de abortos son de origen infeccioso. Las enfermedades que ocasionan abortos en bovinos en México ocasionan pérdidas económicas que fluctúan entre los 937 a 1.100 dólares por vaca abortada. El costo de un día abierto se calcula entre 2 a 5 dólares x vaca. Un estudio, dio a conocer la seroprevalencia de enfermedades abortivas en bovinos en trópico húmedo, los porcentajes de positividad fueron: Brucelosis 13,96; 55,32% por leptospirosis, 13,66% para IBR y 12,27% de DVB (en tan sólo 3 enfermedades como son DVB, IBR y leptospirosis se logró obtener un 81% de importancia como causa de abortos). Desde hace más de 30 años se reportó la presencia de uno o ambos virus en bovinos bajo diferentes sistemas de producción y ubicados en diferentes estados de la República Mexicana. Los porcentajes de seroprevalencia para IBR (57%) y DVB (65%) reportados en el 2003, concluyen que ambos virus se encuentran presentes en un porcentaje elevado en el ganado bovino. En 2009, se refiere haber detectado una prevalencia de 87% en el ganado del sureste de México para DVB y para IBR, el 90%. En cuanto a la leptospirosis, la serovariedad *Hardjo* parece ser el serotipo más frecuentemente reconocido en bovinos. La frecuencia de seropositividad a una o más serovariedades va de 75,5 a 94%. En 2014, se da a conocer por 1ª vez, la presencia de *L.borgpetersenii serovar Hardjo* tipo *bovis* en hatos lecheros de México por análisis de PCR a través de muestras de orina. Las vacas positivas, presentaban aumento en dosis por concepción, muerte embrionaria, aborto temprano y alteración en los días abiertos. La prevención de las enfermedades virales (DVB e IBR) y leptospira, debe ser en forma oportuna. La protección fetal es "uno de los objetivos para evitar la infección del feto, evitar abortos o el nacimiento de bovinos portadores permanentes. Para ello, la vacunación debería apuntar a proteger los vientres en su etapa reproductiva". Debemos utilizar vacunas no por precio ni por su mayor número de antígenos, sino por las puebas de desafío que hayan tenido y evaluado, su nivel de protección y duración de la inmunidad que confieren. Hoy se dispone en el mercado de biológicos contra DVB e IBR (virus activos e inactivados) y Spirovac contra leptospira, vacuna monovalente del serovar *Hardjo-bovis,* que tiene nivel 1 de protección Vacunal* (previene la colonización renal, excreción urinaria, colonización del tracto reproductor, abortos, mortinatos e infección trasplacentaria), con una duración de 12 meses y capaz de superar anticuerpos maternos en becerros calostrados.

*USDA: United States Department of Agriculture) - APHIS: Animal and Plant Health Inspection Service (establece 5 niveles de Protección Vacunal, siendo el nivel 1, el que previene la Infección).

Referencias

Reyes J M*; Vázquez R y García J A. Seroprevalencia de IBR y DVB en Hatos muestreados en México. 2002-2003. Congreso Nacional de Buiatría 2004

Gallegos de la Hoya, Minjares Flores, 2010. Causas de infertilidad en bovinos lecheros y enfermedades metabólicas. FMVZ. Durango.México- Engormix,2010

Leonardo J. De Luca. Aborto Bovino. Engormix 2006

Información Sagarpa 2010. www.sagarpa.com.mx

Ortiz GO. Causas más comunes de aborto en México. X Curso Internacional de Reproducción Bovina, México, DF. 2004:77-81.

Mickelsen D, Evermann JF. In utero infections responsible for abortion, stillbirth and birth of weak calves in beef cows. Vet Clin North Amer Food Anim Practice 1994;10(1):1- 7.

Cordoba Jimenez et al, Seroprevalence of cattle abortive diseases from Mexican humid tropic. Revista Veterinaria Volume: 18 Issue: 2 Pages: 139-142 Published: 2007

A.Córdova-Izq. and et al./Seroprevalence of Viral Diseases in Cattle Meat Producer under Humid Tropical.Conditions. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3(4): 4067-4070, 2009

Eligio Esquivez González. Importaciones de Bovino. eleconomista.com.mx/notas-impreso/.../07/.../importaciones-bovino, Jul 14, 2009, 21:45; 10

Segura-Correa, V. M., J. J. Solís-Calderón, y J. C. Segura-Correa. 2003. Seroprevalence of and Risk Factors for Leptospiral Antibodies among Cattle in the State of Yucatan, Mexico.Tropical Animal Health and Production, 35:293-299.

Leptospira spp EN GANADO BOVINO PRODUCTOR DE CARNE EN TRÓPICO HÚMEDO Córdova IA*, Cano MS, Rodríguez AG, Ávila GJ, Moles CLP y Cisneros PMA. Congreso Nacional Buiatría- Cartel 2001)

MVZ Arturo C. Sánchez-Mejorada Porras. Estudio Serológico de Leptospirosis Bovina en la Comarca Lagunera. Publicado el: 22/12/2011 –Engormix.com

Diarrea Viral Bovina (DVB) Dr. Méd. Vet. Anselmo Odeón. 2006. Producir XXI, Bs.As., 14(174):24-30

E.E.A. INTA Balcarce. www.produccion-animal.com.ar Veterinary Services Memorandum No. 800.202

APHIS: Animal and Plant Health Inspection Service. USDA: United States Department of Agriculture

García E. A (1)., Val A. D (2), Tena M.M (2). Determination of *Leptospira borgpetersenii serovar hardjo type bovis* in Intensive Dairy Herds in Mexico[1]. WBC 2014. Zoetis, México [2] Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Procedimiento frente a sueros reaccionantes falsamente positivos mediante el uso de prueba de la brucelina en el marco del programa de erradicación de la brucelosis bovina presentado por España a la UE en la región de Cataluña

Procedure against Sera Reagents falsely positive through the use of the brucellina test in the framework of the programme for the eradication of bovine brucellosis presented by Spain to the EU in the region of Cataluña

I. Mercader[1], J.L. Sáez[2], A. Alba[3], M.Duran[2], A. de Frutos[2], I. Selga[1], C. Massot[1], S. Napp[3]

[1]Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural, Barcelona

[2]Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid

[3]Centre de Recerca en Sanitat Animal, Cataluña

Resumen

Las reacciones cruzadas con microorganismos antigénicamente relacionados con *Brucella* spp. dificultan la vigilancia serológica de zonas libres de enfermedad y dan lugar a errores en el diagnóstico con notables repercusiones prácticas, tanto en la explotación afectada como en la gestión sanitaria al dificultar la declaración de una región o un Estado como oficialmente indemne de brucelosis bovina según lo dispuesto en la Directiva 64/432/CEE. En este contexto, nuestro estudio ha evaluado el uso de la prueba de la brucelina como técnica complementaria de diagnóstico , en determinadas situaciones epidemiológicas de bajo riesgo y en forma de proyecto piloto, para descartar la enfermedad en rebaños oficialmente libres de brucelosis bovina (B4). Los resultados obtenidos muestran que el uso de la brucelina es una herramienta útil en el diagnóstico diferencial frente a serologías positivas a la brucelosis bovina.

Introducción

La brucelosis es una de las zoonosis más importantes y se distribuye por todo el planeta con especial relevancia en el área Mediterránea.

Brucella abortus no ha sido aislada en bovinos de la región de Cataluña desde el año 2003. El último caso de brucelosis en un rebaño bovino fue causado por *Brucella melitensis* biovar 3 en el 2009. Desde entonces no se ha confirmado ningún otro brote en Cataluña.

Pese a estos datos favorables, el número de resultados serológicos positivos a la fijación del complemento (FC) en rebaños bovinos en la región de Cataluña no permitía:

- Cumplir con los requisitos establecidos por la UE para ser reconocida como región oficialmente indemne de brucelosis bovina, debido al goteo constante de rebaños que perdían la calificación de oficialmente indemnes de brucelosis bovina (B4) impidiendo alcanzar el requisito de que el 99,8% de rebaños de la región fueran B4.
- Recuperar la calificación sanitaria de los rebaños afectados de forma eficiente, debido a la aparición intermitente de resultados positivos a la FC.

Esta situación provocaba consecuencias económicas tanto a nivel de ganaderos individuales como en el sector bovino en general, y muy especialmente en los rebaños de leche donde la repercusión en la pérdida de la calificación sanitaria tiene consecuencias en la comercialización de la leche.

Con el doble objetivo de declarar Catalunya como oficialmente indemne de la brucelosis bovina y restablecer más eficientemente la calificación sanitaria en los rebaños con posibles Reaccionantes Falsamente Positivos, se ensayó un nuevo procedimiento para descartar la infección. Dicho procedimiento se fundamentó en tres pilares:

- Evaluación del riesgo en la explotación
- Realización de la prueba de la brucelina, e investigación de posibles reacciones cruzadas con *Yersinia enterocolitica*
- Vigilancia pasiva en la explotación durante un periodo de 6 meses.

Material y métodos

Se puso a disposición de los Servicios Veterinarios Oficiales (SVO) un modelo estandarizado para una evaluación del riesgo de la presencia de brucelosis en la explotación. Dicho modelo, que se cumplimenta conjuntamente con el veterinario clínico de la explotación, contiene una serie de preguntas cuyas respuestas se puntúan de acuerdo a unos baremos establecidos en función del riesgo asociado a las mismas.

El riesgo se estratificó en tres tramos: riesgo alto, medio y bajo.

El procedimiento de actuación frente a un suero positivo a la FC de brucelosis se estableció en función del resultado de la valoración del riesgo en esa explotación.



ATENCIÓN

Cuando el resultado de la evaluación del riesgo es bajo, el procedimiento contempla la posibilidad que el ganadero de forma voluntaria escoja descartar la infección mediante el uso de la prueba de la brucelina.

Un resultado negativo a la prueba de la brucelina supone el levantamiento de la suspensión de la calificación sanitaria del rebaño B4 y un seguimiento mediante vigilancia pasiva. La vigilancia pasiva consiste en la investigación de *Brucella* spp. de los abortos durante 6 meses y un control serológico de confirmación de la calificación B4 al finalizar la vigilancia pasiva. El control serológico de confirmación de la calificación consiste en el análisis de todos los animales mayores de 12 meses de edad mediante en la prueba del Rosa de Bengala como *screening* y la FC para los positivos a RB.

En algunos rebaños se realizó una investigación para determinar una posible reacción cruzada con *Yersinia enterocolitica*. Dicha investigación consistió en el análisis de heces individuales del 15% de los animales del rebaño.

Resultados

De un total de 35 evaluaciones del riesgo realizadas en rebaños con posibles reaccionantes falsamente positivos 23 rebaños fueron valorados como de riesgo bajo durante el período junio 2012-enero 2015.

En los 23 rebaños valorados con riesgo bajo se realizó la prueba cutánea de la brucelina a un total de 27 animales seropositivos con resultados negativos en 26 de ellos. Los 26 animales con resultado negativo a la prueba de la brucelina no fueron sacrificados y en las 22 explotaciones fue restaurada la calificación sanitaria de oficialmente indemne de brucelosis bovina tras la prueba de la brucelina. En estos rebaños se instauró la vigilancia pasiva y el control serológico a los 6 meses. En dos de estos rebaños se tomaron muestras de fetos abortados. En ambos casos los resultados fueron negativos a los cultivos de *Brucella.* Todos los controles serológicos de confirmación de la calificación fueron negativos.

En el rebaño con un animal dudoso a la prueba de la brucelina, se sacrificó el animal y se procedió de acuerdo al procedimiento normalizado del MAGRAMA http://rasve.magrama.es/Publica/InformacionGeneral/Documentos/Manuales/Brucelosis_PROTOCOLO%20SCSS.pdf para confirmar la brucelosis. Los resultados obtenidos fueron negativos descartando así la infección por *Brucella.*

Adicionalmente, en 5 rebaños se investigó la posible reacción cruzada con *Yersinia enterocolítica.* En todos ellos se aisló *Yersinia* en alguna de las muestras analizadas. En cuatro rebaños se aisló *Yersinia enterocolítica* biotipo *2* serotipo O:9 y en dos rebaños *Yersinia enterocolítica* biotipo 1A (descartados serotipos O:5, O:8, O:9).

En los 12 rebaños valorados con riesgo medio o alto se procedió acorde al procedimiento normalizado del MAGRAMA, con sacrificio de los animales. En todos ellos los resultados del aislamiento de Brucella fueron negativos y en dos rebaños se usó la prueba de la brucelina tras varios pases con resultados positivos a la FC. El más significativo fue uno de leche que tras tres años perdiendo y recuperando la calificación, el uso de la brucelina permitió descartar la infección. Pósteriormente en dicho rebaño se aisló *Yersinia enterocolítica*.

Conclusión

El procedimiento para descartar la infección por *Brucella* spp. basado en la evaluación del riesgo epidemiológico y el uso de la prueba cutánea de la brucelina ha resultado eficaz en las situaciones estudiadas, aunque siempre es necesario gestionar cierta incertidumbre en la toma de decisiones.

Esta incertidumbre puede reducirse si adicionalmente al procedimiento propuesto se realiza la investigación microbiológica de *Yersinia enterocolitica*, a pesar de que un cultivo negativo no descartaría la infección por Yersinia y un cultivo positivo tampoco pueda excluir la presencia simultánea de *Brucella*.

Importancia de *Tritrichomonas foetus* en problemas de infertilidad en ganado bovino extensivo en España

Tritrichomonas foetus as cause of infertility in beef cattle in Spain

A. Fernández[1], C. Sanz[1], A. Benito[1], J.L. Arnal[1], M. Borobia[1] y G. Chacón[1]

[1] EXOPOL Autovacunas y Diagnóstico, San Mateo de Gállego, Zaragoza

Tritrichomonas foetus, agente causal de la tricomonosis bovina, es un protozoo que se transmite sexualmente y provoca problemas de infertilidad que se manifiestan con vaginitis, endometritis, mortalidad embrionaria, y ocasionalmente abortos y piometra en la hembra. En el macho la infección es asintomática pero permanente, actuando estos como portadores, y siendo por tanto una enfermedad de gran importancia en explotaciones bovinas que practican la monta natural. La dificultad de su diagnóstico por los métodos tradicionales de cultivo puede ser una de las causas por las que no se han realizado muchos estudios en el pasado sobre su prevalencia en nuestro país, aunque recientemente en la zona norte se han publicado prevalencias de infección en machos de hasta el 30%. En este trabajo se estudiaron 320 casos clínicos, de 247 explotaciones diferentes, remitidos al laboratorio Exopol durante un periodo de 4 años para el diagnóstico de problemas de infertilidad. Los casos procedían de varias regiones españolas (Galicia, Asturias, Cantabria, Castilla-León, Aragón, Cataluña, Castilla-La Mancha, Extremadura, Andalucía y Baleares). En cada uno de los casos se estudiaron entre 1 y 5 muestras. En el 58% de los casos (187) la muestra consistió en raspados prepuciales de machos tomados con raspador, mientras que en el resto se estudiaron muestras de exudados vaginales de hembras tomados con hisopo (110 casos) o abortos (23 casos). Todos los casos fueron evaluados mediante un kit comercial de PCR en tiempo real que utiliza como diana una región muy conservada del gen b-tubulina de *T. foetus*. En 64 casos del total (52 casos de machos y 12 de hembras) se llevó a cabo de forma simultánea el diagnóstico mediante cultivo específico. El diagnóstico diferencial con *Campylobacter fetus venerealis* se realizó mediante PCR a tiempo real en el 68% de los casos (219). En un número variable de casos se estudió también mediante PCR a tiempo real la presencia de otros agentes causantes de infertilidad como *Leptospira interrogans* (196 casos), *Coxiella burnetii* (125 casos), el virus de la rinotraqueítis infecciosa bovina IBR (113), *Chlamydophila abortus* (107), el virus de la diarrea vírica bovina BVD (94) y *Neospora caninum* (60). La presencia de *T. foetus* fue detectada en un total de 49 casos (15.3%), correspondientes a 42 explotaciones, en 23 de los cuales la muestra correspondía a raspados prepuciales de machos, en 24 a exudados vaginales y en los dos restantes a fetos. De los 64 casos estudiados por cultivo y PCR, el 23,4% (15 en total, 9 de machos y 5 de hembras) fueron positivos por ambas técnicas mientras que la PCR detectó como positivos el 31,2% (20 en total, 14 de machos y 6 de hembras). Ninguno de los casos positivos por cultivo fue negativo por PCR. El 18,4% de los casos de exudados vaginales tomados con hisopo, sin medio de cultivo específico para *T. foetus*, fue positivo mediante PCR. Se detectaron casos positivos a *T. foetus* en todas las comunidades autónomas de las que se recibieron muestras excepto en Andalucía, de la que se recibieron 11 casos. El 7,8% de los 219 casos estudiados para *C. f. venerealis* fue positivo para este agente. Respecto al resto de patógenos analizados cabe destacar un 20,8% de casos positivos a *C. burnetii*. Para el resto, los porcentajes de positividad no superaron el 5%: 4,2% para BVD; 2,8% para *C. abortus*, 1,8% para IBR; 1,6% para *N. canimun* y un 0,5% para *L. interrogans*. No se observó asociación significativa entre varios patógenos. Solo en 3 casos positivos a *T. foetus* (0,9%) se detectaron otros patógenos. Estos resultados ponen de manifiesto la amplia distribución de *T. foetus* por toda la geografía de este país, siendo por tanto la tricomonosis una de las principales enfermedades a tener en cuenta ante un problema de infertilidad en explotaciones con monta natural. Por otro lado, la PCR a tiempo real utilizada se revela como una herramienta muy útil para el diagnóstico, siendo mucho más ventajosa que el cultivo, no solo por su sensibilidad y rapidez, sino porque permite trabajar con muestras enviadas al laboratorio directamente sin necesidad de ser inoculadas en un medio de cultivo específico. Esta técnica hace posible la detección de *T. foetus* a nivel de explotación tomando muestras vaginales de las hembras recientemente afectadas, con hisopos con los medios de transporte habituales.

Un caso clínico compatible con coccidiosis en vacuno lechero adulto

A coccidiosis-compatible clinical case in adult dairy cattle: case report

M. Abelleira-Picos [1], J.M. Cainzos-Cagiao [2], G. Vertenten [3]

[1]Artabria Aserores. Lugo

[2]Elanco Animal Health. Alcobendas, Madrid

[3]Elanco Animal Health, Plantin Antwerp, Belgium

Abstract

Bovine coccidiosis has been historically considered to be a severe infection only during the calf weaning period and for a few weeks thereafter (Philippe *et al.*, 2014). The age group of animals known particularly susceptible to clinical coccidiosis are calves aged 3 weeks to 6 months (Taylor and Catchpole, 1994). However, high prevalence rates have also been documented in yearlings (Cornelissen *et al.*, 1995), and even in older animals (Díaz *et al.*, 2010; Faber *et al.*, 2002). Clinical symptoms related with bovine coccidiosis are usually restricted to primary-infected calves as they develop protective immunity against subsequent homologous infections (Sühwold *et al.*, 2010). During September 2014, five adult dairy cows from a farm of 36 lactating cows located in northwestern Spain developed clinical symptoms of bloody diarrhea and anorexia, compatible with coccidiosis. Two fecal samples were taken from each of the two first affected animals to confirm the clinical diagnosis of coccidiosis, finding a high rate of *Eimeria spp* by sedimentation and zinc sulfate flotation techniques for detection of intestinal parasites. However, as the mere presence of coccidia in a herd is not necessarily related to clinical outbreaks (Daugschies and Najdrowski, 2005), other conditions that might show similar symptoms such as salmonellosis, bovine virus diarrhea and other intestinal parasitizes, were considered and discarded upon laboratory analyses in those fecal samples. Due to high infection rate, one of them has been euthanized and its intestine was sampled, finding parasitic necrotizing catarrhal enteritis with numerous parasitic forms compatible with *Eimeria spp* in the lamina propria and intestinal glands. Furthermore, epidemiological research has provided information about some food-change related stressful factors that have affected the animals 3 weeks before the start of the symptoms. This management change is likely to be a root cause for the coccidiosis outbreak in the farm. Although it is believed that immune-suppressed adults can however build infections to stages that resemble what is normally observed in calves (Lassen, 2009). Previous reports about coccidia in adults have been developed (Reddy *et al.,* 2014), but this is to our knowledge, the first report of coccidiosis outbreak in adult dairy cattle.

References

Philippe JP, Alzieu JP, Taylor MA, Dorchies Ph. 2014. Comparative efficacy of diclazuril (Vecoxan®) and toltrazuril (Baycox bovis®) against natural infections of *Eimeria bovis* and *Eimeria zuernii* in French calves. Veterinary Parasitology. In Press.

Daugschies A, Najdrowski M. 2005. Eimeriosis in cattle: current understanding. J. Vet. Med. 52, 417–427.

Taylor M.A., Catchpole J. 1994. Coccidiosis of Domestic Ruminants. Applied Parasitology 35, 73-86.

Cornelissen AWCA, Verstegen R, van den Bran H, Perle NM, Eysker M, Lam TJGM, Pijpers A. 1995. An observational study of Eimeria species in housed cattle on Dutch dairy farms. Veterinary Parasitology 56 (1995) 7-16.

Faber JE, Kollmann D, Heise A, Bauer C, Failing K, Burger HJ, Zahner H. 2002. Eimeria infections in cows in the periparturient phase and their calves: Oocyst excretion and levels of specific serum and colostrum antibodies. Veterinary Parasitology 104, 1–17

Díaz P, Painceira A, Dacal V, Vazquez L, Cienfuegos S, Arias MS, Pao FJ, Paz-Silva A, Panadero R, Sánchez-Andrade R, López C, Díez-Baños P and Morrondo P. 2010. *Eimeria* infections in wild (*Capreolus capreolus*) and extensive-reared domestic ruminants from Galicia (NW Spain). Rev. Ibero-Latinoam. Parasitol. (2010); 69 (1): 83-89.

Sühwold, A., Hermosilla, C., Seeger, T., Zahner, H., Taubert, A., 2010. T-cell reactions of Eimeria bovis primary and challenge-infected calves.Parasitol. Res. 106, 595–605.

Lassen B. 2009. Diagnosis, epidemiology and control of bovine coccidioses in Estonia. Thesis. Estonian University of Life Sciences.

Reddy BS, Sivajoth, SI, Rayulu VC. 2014. Clinical coccidiosis in adult cattle. J Parasit Dis DOI 10.1007/s12639-013-0395-1

Empleo de una técnica de inmunohistoquímica en muestras de piel, para detección de animales persistentemente infectados con el virus de BVD, en una explotación de vacuno de leche: resultados preliminares

Immunohistochemistry on skin biopsy samples for detection of BVDV persistently infected animals in a dairy cow herd: preliminary results

J. González Fernández[1], M.G. Vilaplana[2], M. Llorente Santamarta[1], B. Martínez Fernández[1], L. Polledo Ruiz[1], J.F. García Marí[3]

[1]Micros Veterinaria SL. Laboratorio de Diagnóstico Anatomopatológico Veterinario. INDEGSAL.Campus de Vegazana, León

[2]Veterinaria de Torre Santamaría SCCL

[3]Dpto. de Sanidad Animal, Facultad de Veterinaria, Campus de Vegazana, León

Introducción

La Diarrea Vírica Bovina (BVD) es una enfermedad infecciosa, causada por un virus del género Pestivirus (fam. Flaviviridae). Está ampliamente extendida en la cabaña bovina mundial y se manifiesta en los rebaños en forma de problemas reproductivos graves, muerte de animales Persistentemente Infectados (PI) a causa de la "Enfermedad de las Mucosas" y contribuyendo al Síndrome Respiratorio Bovino. La principal fuente de infección dentro de los rebaños son los animales PI, que presentan inmunotolerancia ante el virus, con importante replicación del mismo en diferentes tejidos, entre ellos las células epiteliales de la piel. La detección de estos animales es clave para conseguir controlar la enfermedad en las explotaciones.

Entre los métodos de diagnóstico que persiguen controlar y erradicar la infección se encuentra el aislamiento de virus, el ELISA de antígeno o la PCR (1). Estas pruebas habitualmente se llevan a cabo en suero, pero en animales jóvenes, los anticuerpos calostrales pueden neutralizar la presencia de virus en sangre. Una alternativa es la detección del virus en la piel, que además de los métodos anteriores, permite también el empleo de la técnica

de Inmunohistoquímica, la cual ofrece resultados de sensibilidad semejantes al resto de técnicas y permite realizar un "screening" en las explotaciones a un coste aceptable tal y como se ha demostrado en diferentes estudios (2,3,4). Para ello se emplea habitualmente muestras obtenidas de piel de la oreja.

Material y métodos

Con el fin de detectar animales PI, desde Agosto hasta el mes de Enero 2015, se ha realizado una prueba de inmunohistoquímica a 1398 animales integrantes de una explotación de vacuno de raza frisona, en la que se había constatado la presencia de infección por el virus del BVD. En una primera fase se analizaron 324 novillas mayores de 7 meses. En los meses siguientes se analizan 886 terneros/as (de 0-7 días de edad) .En estos últimos, el análisis se va realizando a medida que los animales van naciendo, con periodicidad semanal. También se analizaron un total de 188 animales adultos, (34 ascendentes directos de los terneros/as que aparecen positivos) y 154 vacas procedentes de un parque en el que se detectó virus de BVD en tanque de leche.

Muestras: Mediante un trocar de biopsia de 3 mm de diámetro, se toma un fragmento de pabellón auricular, que incluye la epidermis y dermis de las dos caras de la oreja y el cartílago correspondiente. Este fragmento de oreja se fija en formol tamponado al 4% para su envío al laboratorio.

Inmunohistoquímica: Las muestras de piel se disponen en cassetes histológicos de 6 celdas, y se procesan siguiendo las técnicas convencionales para obtener secciones de 3 micras. Se lleva a cabo la técnica de inmunohistoquímica, siguiendo un protocolo "standard", con desenmascaramiento de antígenos mediante tripsina 0,1% a 37ºC, incubación con el anticuerpo primario específico frete a VBVD-1, durante 18 horas y revelado con el sistema Envision (DAKO)-Diaminobencidina (VECTOR).

Resultados y discusión

Del total de 1398 animales examinados, 13 animales resultaron positivos (0,93%), de los cuales, 4 eran vacas adultas y 9 eran terneros de pocos días de edad. En 3 animales la muestra resultó insuficiente. Los resultados según el mes de realización y la edad de los animales se reflejan en la tabla 1.

Tabla 1

	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
TERNEROS /AS	168(2)	155 (1)	214(3)	188 (0)	161(3)
VACAS	324(1)	15 (0)	13 (0)	157 (2)	3(1)
TOTAL	492 (3)	170 (1)	227 (3)	345 (2)	164 (4)

Entre paréntesis el número de animales positivos.

En el curso de los 5 primeros meses del programa de erradicación del BVD de una explotación, se han logrado detectar 13 animales PI, cuatro de ellos adultos. La aparición de estos animales es debida a la infección "in utero" de los mismos durante sus primeros 4 meses de gestación, por lo que es probable que aún sigan apareciendo terneros PI durante al menos 4-5 meses, durante los cuales se debe seguir realizando la prueba.

La técnica de inmunohistoquímica a partir de muestra de oreja, tomada mediante trocar de biopsia, ha sido propuesta como método de detección de animales PI en grandes poblaciones de animales (2, 3). En diferentes estudios se ha comprobado que esta técnica presenta resultados de sensibilidad y especificidad muy altos (superiores al 99%), cuando se compara con otras pruebas de referencia como el ELISA de antígeno o con la PCR (1, 4). Las principales ventajas de realizar la inmunohistoquímica a partir de muestras de piel, es que en la gran mayoría de los casos discrimina a los animales con infección transitoria (2), el coste económico no es demasiado elevado y permite detectar a los animales PI durante los primeros días de vida (2,3). Este hecho es fundamental a la hora de poder establecer un programa de control y erradicación ya que disminuye de forma considerable las probabilidades de contagio a otros animales. Además, la sensibilidad, respecto a las técnicas que se realizan sobre muestras de sangre, se ve claramente incrementada, al no existir interferencia con los anticuerpos calostrales, la cual puede durar hasta los 4 meses de edad (3).

Referencias

1.Hilbe M, Stalder H, Peterhans E, Haessig M, Nussbaumer M, Egli C, Schelp C, Zlinszky K, Ehrensperger F. "Comparison of five diagnostic methods for detecting bovine viral diarrhea virus infection in calves". *J Vet Diagn Invest*. 2007 Jan;19(1):28-34

2.Brodersen BW1. "Immunohistochemistry used as a screening method for persistent bovine viral diarrhea virus infection". *Vet Clin North Am Food Anim Pract*. 2004 Mar;20(1):85-93.

3.Grooms DL1, Keilen ED. "Screening of neonatal calves for persistent infection with bovine viral diarrhea virus by immunohistochemistry on skin biopsy samples". *Clin Diagn Lab Immunol*. 2002 Jul;9(4):898-900.

4.O'Connor AM1, Reed MC, Denagamage TN, Yoon KJ, Sorden SD, Cooper VL. "Prevalence of calves persistently infected with bovine viral diarrhea virus in beef cow-calf herds enrolled in a voluntary screening project". *J Am Vet Med Assoc*. 2007 Jun 1;230(11):1691-6

MEDICINA

Tratamiento quirúrgico de una fístula en el pezón en una vaca de raza Simmental

Surgical treatment of a teat fistula in a Simmental cow

L. Macías Niemeier, P. M. Vassiliadis, W. Petzl

Clinic for Ruminants with Ambulance and Heard Management, Centre of Clinical Veterinary Medicine, LMU Munich, Germany

Introduction

Teat injuries are common in dairy cows and mostly due to traumatic causes. The prognosis for teat injuries depends on the distance to teat end and direction of the lesion (lengthwise or transversal). If teat injuries are not treated properly or cured by second intention, they usually evolve to a teat fistula. This may lead to bad milking of the affected udder quarter and is a high risk for intramammary infections and clinical mastitis. After a suitable wound healing period, a surgical excision of the teat fistula can be carried out with the intention of wound closure and improved milkability.

Objective

In the here presented case we performed surgery on a teat fistula originating from a three week old teat injury. The aim was to achieve a permanent closure of the injury to prevent unwanted milk leakage and restore proper milking of the affected udder quarter.

Clinical examination

A 4-year old Simmental cow in her 3rd lactation (105 days in milk) was presented with a teat fistula on the front right udder quarter.

A longitudinal teat laceration had been treated surgically 21 days ago on the farm by the local veterinarian. The surgical stiches had been removed 14 days after surgery however 2 days later complications in wound healing resulted in a 40 mm long scar containing a teat fistula with a diameter of 3 mm through which milk was flowing permanently.

Clinical examination revealed, that the cow was generally healthy and there were no signs of clinical mastitis. Cytobacteriological testing of quarter milk samples showed that the milk was positively tested for Coagulase Negative Staphylococci and an elevated somatic cell count in the front right udder quarter.

Therapy

Before surgery we waited for 7 days until the granulation tissue on the wound edges of the fistula was completely healed. During this period, the milk of the affected quarter was removed once daily via the fistula after intravenous injection of 20 I.U. oxytozin. After thoroughly cleaning and disinfecting the teat with 70% ethanol we applied an intramammary treatment with 75 mg ampicillin/200 mg cloxacillin (Gelstamp®) and a teat bandage to minimise the risk of new intramammary infections.

After fasting for 12 hours overnight the cow was laid on its left side on a operation table and received an intravenous sedation with 20 mg xylazin. The front right quarter was thourougly cleaned with surgical soap (Octenisan®) and water followed by disinfection with Kodan®. The front right teat was anesthetized with 20 ml of 2% procaine by circular infiltration at the teat basis. An Ebner-teat-clamp was applied to avoid unwanted milk flow and bleeding during surgery. A fusiforme incision (4 cm) was carried out with a scalpel on the intact outer skin, with a distance to the fistula of 4 mm. The muscular tissue of the teat was dissected wedge-shaped and the fistula was removed by cutting through the mucosa 2 mm next to the fistula. The 1 cm long cut through the mucosa of the teat cistern was closed with three interrupted cruciate non-perforating sutures (direction of stiches parallel to the incision), using monofilament absorbable material (Monosyn® 3/0). The muscular tissue of the teat was closed with three interrupted cruciate non-perforating sutures (direction of stiches across the incision), using Monosyn® 3/0. The outer skin was closed with 20 metal clips (Manipler®). Finally the milk of the front right quarter was removed via a teat cannula after intravenous application of 20 I.U. oxytocin. Intramammary treatment with Gelstamp® was continued and supplemented with subcutaneous application of 10,000 IU penethamat-hydroiodide (Ingel-Mamyzine®).

The following 13 days the milk was removed daily with a teat cannula as described above, followed intramammary treatment with Gelstamp®. The metal clips were removed 10 days after surgery. On day 14 after surgery the quarter was milked by hand twice daily and 5 days later the cow was successfully milked on all quarters with a milking machine and sent home to the farm. Good milkability of the treated quarter was sustained over the following 4 months.

Conclusion

Surgery of teat fistulas is often time-consuming and costly. However if the operation is successful long term losses by reduced milk, clinical mastitis or culling can be avoided.

Descripción de técnica de toracoscopia en Toro de Lidia (Bos Taurus), a propósito de un caso clínico de pericarditis traumática

Description of thoracoscopic technique in Lidia Bull (Bos Taurus), regarding a case of traumatic pericarditis

S. Santos-López[1], I. Espinosa Crespo[1], A. Fernández Novo[1], N. Pérez-Villalobos[2], J.A. García García[3]

[1]Veterinario clínico libre

[2]TRIALVET Asesoría e Investigación Veterinaria SL

[3]La Tejera SLP

Introducción

La toracoscopia es una técnica mínimamente invasiva y de bajo riesgo (McCarthy, 1999;Scharner *et al.,* 2013,Michaux *et al.,* 2014) que permite el acceso a la cavidad torácica y la evaluación de los procesos intratorácicos, aunque son pocos los estudios sobre su uso en el ganado. Algunos estudios recientes han descrito el uso de la técnica en vacas adultas sanas (Michaux *et al,* 2014;.Sharner *et al.,* 2013), y en un sólo caso, en una vaca holstein adulta con linfoma pericárdico (Van Biervliet *et al.,* 2006). En ningún caso se ha descrito en el ganado de lidia. El objetivo de este estudio fue describir la aplicación de la toracoscopia en ganado de lidia adulto como herramienta diagnóstica en un caso de sospecha de pericarditis traumática en condiciones de seguridad y bienestar animal.

Material y métodos

El animal

El estudio se realizó en un toro de lidia de siete años de edad, aprobado como semental y en régimen extensivo con un lote de 25 vacas, con sintomatología clínica y resultados laboratoriales así como pruebas de diagnóstico por imagen (ecografía) compatibles con retículo-pericarditis traumática.

Material

- Broncoscopio Braun con canal de trabajo y diámetro de 6mm.
- Material quirúrgico y medicamentoso habitual

Descripción de la técnica

El abordaje elegido fue a través del hemitórax izquierdo en el 5º espacio intercostal (contando desde la última costilla), a una altura de dos tercios de la longitud total costal. Se infiltró mepivacaína como anestésico local y se realizó la técnica descrita en terneros frisones en 2013 (Pérez-Villalobos y Espinosa Crespo).

Resultados

Se consigue explorar al animal garantizando sus condiciones de seguridad y bienestar, sin dificultad para acceder a la zona dorsal y caudal del hemitórax izquierdo, apreciándose la superficie pleural y pulmonar sin lesiones. Al aproximarnos a la zona cardiaca, apreciamos gran cantidad de fibrina, adherencias y signos de infección compatibles con el diagnóstico presuntivo. Debido a la gran reacción fibrinosa e inflamatoria local no se puede llegar a visualizar directamente el pericardio como tampoco la presencia de cuerpo extraño. Concluimos la exploración con los primeros signos de dolor del animal tras el transcurso de unos 20 minutos, aproximadamente. Tras suturar la herida se libera al toro, que se recupera de manera adecuada de la anestesia. No se extrajo aire del espacio pleural.

Pasada la primera media hora tras la realización de la técnica, el toro dio muestras de recuperación incorporándose y desplazán-

dose con normalidad. El toro fue enviado a matadero debido al diagnóstico presuntivo de retículo-pericarditis traumática, donde se constató el diagnóstico por veterinarios oficiales.

Discusión

La técnica de toracoscopia tiene utilidad para el ganado de raza de lidia y puede realizarse en campo en condiciones de seguridad y respetando el bienestar animal. Los hallazgos patológicos observados aportan la información necesaria para confirmar el diagnóstico presuntivo.

Como diferencias a la técnica de base utilizada en terneros y dada la especial dificultad del manejo de la raza de lidia, se optó por una sedación con romifidina, ya que éste α-2 agonista es el que genera menos ataxia y consigue un efecto más prolongado en bovino, además, como desconocíamos cómo se iba a desarrollar el procedimiento, preferimos utilizar un único fármaco que se pudiera revertir farmacológicamente (atipamezol). Nos planteamos que una sedación más profunda con el animal en estación como por ejemplo la denominada "k-stunt" (ketamina+xilacina+butorfanol) puede ser más efectiva por tener un efecto más disociativo en este tipo de animales con difícil manejo. La desventaja es que en caso de necesidad, solo la xilacina se podría revertir con un antídoto.

Además de los usos diagnósticos y pronósticos que tiene la técnica en ganado manso (Michaux *et al.*,2014; Sharner *et al.*2013), en los toros de lidia podría servir para evaluar las patologías pulmonares y pericárdicas y con ello poder prever su rendimiento físico durante la lidia. También sería útil para analizar el posible alcance de una lesión torácica y/o costal como consecuencia de las frecuentes cornadas y contusiones que se producen a lo largo de la cría. Consideramos importante describir en animales que no sean sacrificados pósteriormente cuál es el plazo mínimo para que el espacio pleural elimine el aire introducido durante el transcurso de la técnica y así recuperar plenamente la capacidad pulmonar, para garantizar la total funcionalidad durante la lidia. Por tanto, concluimos con la necesidad de desarrollar la técnica de toracoscopia en razas como la del ganado de lidia para describir en profundidad sus posibles aplicaciones prácticas.

NUTRICIÓN

Benchmarking de los indicadores de bienestar basados en el animal en 73 rebaños de vacuno de leche en estabulación libre del Noroeste de España

Benchmarking animal-based welfare indicators in 73 free-stall dairy farms in Northwestern Spain

Y. Trillo, L.A. Quintela, M. Barrio, J.J. Becerra, J. Caínzos, M. Vigo, P.G. Herradón

Animal Pathology - Unit of Reproduction & Obstetrics. College of Veterinary Medicine of Lugo - University of Santiago de Compostela, Lugo

The objective of this study is to describe and benchmark 73 free-stall dairy farms in the Lugo Province from a welfare perspective.

Herds averaged 66.2 cows (20 - 244), with an average total milk production (305ME) across farms of 9,200 Kg (6,321 - 11,951Kg) and 32.2 Kg (22.8 - 43.6Kg) cow/day. Cows averaged 181 (88 - 251) days in milk (DIM).

Welfare indicators were based on measurements of the animals. Every cow was unlocked and scored in the feeding alley for locomotion score BCS, hock injuries and hygiene score. Each of these measurements was recorded once.

Body condition score: cows of each farm were evaluated on a 1 to 5 scale (Edmonson, 1989) and BCS within herd was classified as suitable, high (overweight) or low (underweight) BCS based on each cow's DIM (spreadsheets from Coleen and Heinrichs, 2004).

Hock injuries: tarsal joints of each cow within the herd were evaluated. Any scratch, swelling, abrasion or trauma was considered for the assessment.

Table 1. Ranking of the prevalence of indicators (based on animal measurements) grouped into five categories (from A = best, to E = worst conditions) such that 20% of the farms fell into each category in 73 free-stall dairy farms in Northwestern Spain

Range of the measurements across 20% of the farms in each category					
Indicators (%)	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**
Low BCS	0.0 - 7.7	8.0 - 13.8	15.0 - 22.0	23.0 - 30.8	31.8 - 89.5
Suitable BCS	86.7 - 60.0	58.8 - 51.3	51.2 - 45.9	45.5 - 36.6	36.5 - 10.5
High BCS	0.0 - 14.7	15.4 - 23.8	25.0 - 33.3	33.4 - 43.2	43.8 - 78.8
Hock injuries	7.0 - 22.2	22.5 - 31.2	31.3 - 42.9	43.0 - 59.0	59.5 - 100
Locomotion score 1	100 - 72.7	72.2 - 65.4	64.3 - 58.3	57.1 - 50.0	48.3 - 23.3
Locomotion score 2	0.0 - 18.2	18.4 - 24. 2	25.0 - 31.3	31.4 - 36.7	36.8 - 56.7
Locomotion score 3	0.0 - 2.5	2.7 - 5.0	5.1 - 6.8	7.1 - 11.1	12.5 - 35.0
Locomotion score 4	0.0 - 0.0	0.0 - 0.0	0.0 - 2.6	2.7 - 5.4	5.6 - 20.0
Locomotion score 5	0.0 - 0.0	0.0 - 0.0	0.0 - 0.0	0.0 - 0.0	0.0 - 13.3
Lameness (score 3, 4, 5)	0.0 - 3.7	4.4 - 7.1	7.7 - 10.5	10.7 - 16.6	16.7 - 60.0
Dirty lower legs	50.0 - 75.0	87.5 - 90.0	93.7 - 98.7	100 - 100	100 - 100
Dirty udder	25.0 - 50.0	52.5 - 57.5	60.0 - 62.5	67.0 - 75.0	78.2 - 100
Dirt upper leg/ flank	25.0 - 37.5	45.0 - 60.0	62.5 - 68.7	70.0 - 75.0	78.2 - 100

Locomotion score/lameness: cows were scored between 1 (normal) and 5 (severe lameness) according to guidelines by Sprecher *et al.* (1997). Lame cows were represented by score 3, 4 and 5.

Hygiene score: lower leg (rear only), udder and upper leg/flank were scored on a 1 to 4 scale following Cook's (2002) assessment. Hygiene score >2 was related to dirty cows within a herd.

Thirteen animal-based indicators were included in the welfare assessment as part of a benchmarking process to find opportunities for improvement. The prevalence of each indicator was sorted into five categories (from A to E) across farms and, overall indicators were divided into five quintiles (category A = best conditions, to category E = worst conditions), so that the range of the results from 20% of the farms fell within each quintile. Secondly, farms were sorted by the number of indicators assigned to each category and, overall farms were divided into five quintiles, such that 20% of the farms fell into each quintile. Therefore, best and worst 20% of the farms had more indicators in A>B and E>D categories respectively.

Lower leg hygiene was one of the worst indicators presenting 100% of the cows scored >2 (contamination with manure) in 40% of the farms (Table 1). The best farm reached eight indicators (61.5%) in category A while the worst farm had eleven indicators (84.6%) in category E.

In **conclusion**, considerable variation was found in the animal-based indicators across the 73 dairies and, none of the farms performed consistently well or poorly across indicators. Some farms had a low prevalence of over- and/or underweight cows, hock injuries and lameness, suggesting opportunities for other farms to benefit from benchmarking.

References

Edmonson, A. J., I.J. Lean, L.D. Weaver, T. Farver, and G. Webster. 1989. A body condition scoring chart for Holstein Dairy Cows. J. Dairy Sci. 72: 68-78.

Coleen J, Heinrichs J, 2004. Manual for body condition scoring. Excel Spreadsheet series. Pennsyvania State University. *Available in* http://extension.psu.edu (01/12/2013)

Cook NB, 2002. The influence of barn design on dairy cow hygiene, lameness, and udder health. Pages 97-103 in Prodc Of the 35th Ann Conv Amer Assoc Bov Pract, Madison, WI. Amer Assoc Bov Pract Rome, GA.

Sprecher DJ, Hostetler DE, Kaneene JB, 1997. A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. Theriogenology. 47: 1179-1187.

Estudio comparativo de la calidad del calostro y transferencia de inmunidad pasiva en dos sistemas de producción lechera en Oaxaca, México

Comparative study of colostrum quality and transfer of immunity passive in two milk production systems in Oaxaca, Mexico

M.E. Durán[1], G. Fuentes-Mascorro[1], Z. Chirinos[2], C.J, Hernández[1]

[1]*UABJO-EMVZ,* Cuerpo Académico Investigación en Fauna Nativa, Oaxaca, México

[2]*Universidad del Zulia, Facultad de Agronomía, Maracaibo*, Venezuela

Las inmunoglobulinas (Ig) son las moléculas encargadas de proteger al organismo contra las infecciones y son parte importante del sistema inmune. Debido a que la placenta de los rumiantes es sindesmocorial, el epitelio coriónico está en contacto directo con los tejidos uterinos y morfológicamente es cotiledonaria ya que el útero está en contacto con los cotiledones de la placenta fetal. Por todo esto no hay paso trasplacentario de inmunoglobulinas, es decir, los becerros nacen con niveles de gammaglobulinas muy bajos.

Aunado a lo anterior el sistema inmune del ternero es inmaduro, incapaz de producir Ig y por lo tanto la protección del recién nacido se obtiene mediante el consumo de calostro, el cual contiene altos niveles de Ig, de tal forma que la inmunidad de las terneras está determinada por la cantidad y calidad de calostro que consumen en las primeras 24 horas de vida y por la capacidad intestinal de adsorber las inmunoglobulinas. Por ello el objetivo de esta investigación fue determinar la calidad del calostro en vacas lecheras en dos sistemas de producción en los valles centrales de Oaxaca, México, utilizando como herramienta en campo el calostrómetro y además se midió en laboratorio la transferencia de inmunidad pasiva a través de inmunoglobulinas séricas mediante pruebas de refractometria, precipitación con sulfito de sodio y turbidez con sulfato de zinc.

Se muestrearon 25 vacas de sistemas familiares y 25 vacas de sistema intensivo, tanto de primer parto como multíparas y 50 crías de 48 a 72 horas de nacidas. La información se analizó con una prueba de mínimos cuadrados y la prueba de Duncan para determinar diferencia estadística.

Los resultados de prevalencia de calidad de calostro medida según la escala del calostrómetro variaron siendo más prevalente el rango cualitativo verde (P<0,05) (77,13±2,6 g de Ig/l) y menores los rangos cualitativos amarillo (45,37±5,8 g de Ig/l) y rojo (20,31±11,0 G de Ig/l). En las mediciones de calostro en campo no tuvieron efecto significativo el tipo de sistema, el número de partos y la temperatura.

En las mediciones hechas en el laboratorio, el tipo de sistema de producción no tuvo efecto significativo (P>0,05), pero sí el número de partos, siendo mayor en vacas de cuatro o más partos (P<0,05) y menor en vacas de uno, dos y tres partos (60,84±5,6; 56,09±7,2 y 59,47±8,7 g de Ig/l) y también hubo diferencia significativa por la escala del calostrómetro siendo mayor (P<0,05) la escala de color verde (90,45±3,3 g de Ig/l) y menor la escala de color amarillo (37,3±9,7 g de Ig/l).

El número de partos y la calidad de calostro consumido no tuvo efecto significativo (P>0,05) sobre la transferencia de inmunoglobulinas en las crías con la prueba de refractometría, pero sí el tipo de sistema productivo, siendo mayor (P<0,05) en las crías del sistema familiar (60,86±0,2 G de Ig/l) y menor en las crías del sistema intensivo (60,24±0,3 g de Ig/l).

Con las pruebas de turbidez de sulfato de zinc y las de precipitación de sulfito de sodio no se encontró diferencia significativa (P>0,05) por tipo de sistema número de partos y calidad de calostro consumido.

Concluimos que es conveniente reforzar la alimentación de las becerras con calostro de vacas multíparas, debido a que han sido expuestas a mayor cantidad de antígenos a lo largo de su vida productiva y por consiguiente su contenido de inmunoglobulinas es mayor; y que la transferencia de inmunidad pasiva (TIP) fue mayor en el sistema familiar, hecho que atribuimos al manejo de la alimentación de los becerros en forma más personalizada y a la presencia de la madre durante la etapa de lactancia, lo cual deja abierta la investigación a futuro de los productores del sistema de lechería familiar, llamada también de traspatio, los cuales merecen mayor atención, ya que contribuyen en buena cantidad a la producción de leche para el consumo de las comunidades rurales en nuestro país.

Diferentes estrategias de suplementación mineral (algas marinas y bolos ruminales) en ganado vacuno de leche en ecológico

Different strategies of mineral supplementation (marine algae and rumen boluses) on organic dairy cattle

M. López-Alonso[1], F. Rey-Crespo[1,3], I. Orjales[2], R. Rodríguez-Bermúdez[1], V. Pereira[1], M. Miranda[2]

[1]Departamento de Patología Animal. Facultad de Veterinaria, Universidad de Santiago de Compostela, Lugo

[2]Departamento de Ciencias Clínicas Veterinarias, Facultad de Veterinaria, Universidad de Santiago de Compostela, Lugo

[3]Centro Tecnológico Agroalimentario de Lugo (CETAL), Lugo

Objetivo

Este estudio fue diseñado para evaluar el efecto de la suplementación de algas marinas solas o en combinación con un suplemento mineral convencional (bolos ruminales) para mejorar el estado mineral en vacuno lechero de explotaciones ecológicas y valorar su efecto sobre la composición mineral de la leche, la producción y la composición (porcentaje de grasa, porcentaje de proteína y recuento de células somáticas o RCS).

Material y métodos

Se llevó a cabo en una granja de producción ecológica de la provincia de A Coruña (Galicia, España), representativa de la producción de leche ecológica en el norte de España. Se utilizaron 32 vacas frisonas durante una lactación completa y se hicieron 4 grupos de 8 animales que se suplementaron durante 8 semanas: grupo algas (A), grupo bolos ruminales (B), grupo algas más bolos (AB) y grupo control (C). A los grupos de algas se realizó una suplementación con algas (A1) compuesta por lechuga de mar (*Ulva rigida*) (80%), sargazo (*Sargasum muticum*) (17,5%) y sacorriza (*Saccorhiza polyschides*) (2,5%) aportando un total de 100 g/animal/día. En la segunda mitad del experimento (semanas 5 y 8) la mezcla de algas fue reformulada (A2) y se incrementó de 2,5 a 5,0% la proporción de sacorriza con la consiguiente disminución de la lechuga de mar a un 77,5%. A excepción del yodo que aumentó un 62%, las diferencias en el contenido mineral entre ambas mezclas de algas eran muy bajas (<3%). Al grupo de bolos, se le colocaron 2 bolos ruminales comerciales de 107 g (Megabric® Grass, Neolait). Cada dos semanas se tomaron muestras de sangre (suero) y cada cuatro de leche y se analizaron la concentración de elementos esenciales por espectroscopía de masas con fuente de plasma acoplada (ICP-MS). La información relacionada con la composición de la leche (porcentaje de grasa y proteína), producción y RCS para cada animal se obtuvieron una vez al mes del Sistema Oficial de Control Lechero.

Resultados y discusión

Al comienzo del experimento las concentraciones de minerales en suero estaban dentro del rango adecuado excepto para el I y Se. La suplementación con algas (A), bolos ruminales (B) o la combinación de ambos tratamientos (AB) mostró un efecto estadísticamente significativo sobre los niveles de I, Se y Co en suero. Las concentraciones de I fueron estadísticamente superiores en los grupos que recibieron el suplemento de algas; y el nuevo suplemento de algas (A2) con mayores niveles de I, administrado desde la semana 5 hasta el final del experimento, permitió alcanzar un aumento de un 40% en los niveles de I. Para el Se, los grupos que mostraron el mayor aumento de sus concentraciones fueron los que recibieron los bolos ruminales (B y AB). Finalmente para el Co los tratamientos con las algas (A) y los bolos ruminales (B) parecen tener una contribución similar.

En la leche los tratamientos tuvieron un efecto estadísticamente significativo sobre las concentraciones de I (P<0,001). Esto fue especialmente relevante para los grupos que recibieron las algas durante la segunda mitad del experimento (A2) cuando la mezcla de algas tenía más I. Para el Se, aunque no aparecían diferencias significativas, sí había una tendencia (P<0,1) de aumento de la excreción de Se en los grupos de bolos (B, AB). No se observó ningún efecto significativo de la suplementación sobre la producción (litros/día) y la composición de la leche (% de grasa y proteína), si bien los grupos que recibieron las algas (A y AB) mostraron una tendencia (P=0,149) a tener menor RCS; de hecho cuando se repitió el análisis estadístico comparando todos los animales que recibieron algas (A y AB) con los que sólo recibieron bolos o ningún tratamiento (B y C) se observó un efecto estadísticamente significativo (P<0.001). A pesar de que al comienzo de la lactación ambos grupos mostraron similares RCS, los animales que recibieron las algas mostraron una disminución en el RCS a lo largo de la lactación.

Conclusiones.

La administración de suplementos de algas combinada con otra fuente de Se es una herramienta eficaz para mejorar el estatus mineral de los animales y para obtener leche con concentraciones adecuadas de Se y especialmente de I. Esto es especialmente relevante en áreas bociógenas donde la leche es una de las principales fuentes de I para los humanos. Se necesitan más estudios para profundizar en el efecto de la suplementación de algas sobre el RCS.

Diferencias raciales en la composición de la leche de las vacas en sistemas ecológicos del norte de España

Differences in milk composition between breeds in organic dairy farms in north of Spain

R. Rodríguez-Bermúdez[1], M. Miranda[2], F. Rey-Crespo[1,3], L. Cortés[1], I. Orjales[2], M. López Alonso[1]

[1]Departamento de Patoloxía Animal, Facultad de Veterinaria. Universidad de Santiago de Compostela, Lugo

[2]Departamento de Ciencias Clínicas Veterinarias, Facultade de Veterinaria. Universidade de Santiago de Compostela, Lugo

[3]Centro Tecnológico Agroalimentario CETAL, Lugo

Objetivo

Este estudio fue diseñado para analizar las diferencias raciales para los parámetros de producción de leche (producción de leche en litros, composición nutricional o porcentaje de grasa, de proteína y secreción de sólidos, así como recuento de células somáticas o RCS).

Material y métodos

Los datos para la realización de este trabajo se obtuvieron dentro de un proyecto de investigación (Gobierno de España Ref. AGL 2010-21026) para evaluar el estado nutricional y de salud de las vacas de leche en ecológico en el norte de España. Este proyecto engloba a todas las ganaderías de leche ecológicas del norte de España. De las 56 ganaderías incluidas en nuestro estudio 14 mostraban diversidad racial, si bien, sólo 3 de ellas estaban en control lechero. Para estas granjas, se realizó un análisis detallado de los diferentes parámetros relacionados con la producción y la composición de la leche (porcentaje de proteína, de grasa,

secreción de sólidos y RCS) para la última lactación completa finalizada antes de abril de 2013. La información se obtuvo de forma mensual a partir de los datos del *Laboratorio Interprofesional Galego de Análise do Leite* (LIGAL). Todos los análisis se realizaron usando el programa SPSS para Windows (v. 20.0) mediante un ANOVA de medidas repetidas.

Resultados y discusión

Los resultados del ANOVA de medidas repetidas para cada una de las explotaciones con diversidad racial estudiadas (n=3) indican que los parámetros de leche evaluados varían significativamente a lo largo de la lactación (P<0,05). Excepto para el RCS en la explotación 2 (P=0,002), no se encontraron interacciones significativas entre la raza y la evolución de la lactación. Por lo general, las vacas de raza frisona producen más leche pero con menos grasa y proteína que el resto de las razas. No obstante, el número de parto no era homogéneo para las diferentes razas presentes en cada explotación por lo que estos resultados deben ser interpretados con cautela. La evaluación detallada del efecto de la raza sólo para grupos comparables por parto a lo largo de la lactación en cada explotación reveló que la raza sólo fue un factor significativo para el porcentaje de proteína, las vacas de raza Frisona muestran valores significativamente menores comparados con otras razas en la misma explotación. Además, los cruces de frisón x pardo alpina tienen mayor porcentaje de proteína y de grasa, pero producen menos leche y sólidos/día que las frisonas puras.

La calidad de la leche, incluyendo el contenido de proteína y grasa para la transformación en queso, parece no ser la principal preocupación de los ganaderos en el Norte de España donde el pago de la leche se hace principalmente por litros de producción. Esto probablemente se deba a que en España la mayor parte de la producción de leche se destina a consumo líquido (78%). Los cruces serían mucho más beneficiosos en un sistema donde el pago de leche bonificase el aumento de sólidos. En nuestro estudio todas las razas o cruces mostraron concentraciones de proteína estadísticamente superiores a las frisonas puras, no se observaron diferencias raciales para el volumen de leche o el contenido en grasa, con la única excepción de los cruces de frisón x pardo alpina que producían leche con un mayor contenido en grasa comparado con la Frisona pura.

Conclusiones

La producción de leche y el porcentaje de grasa son casi iguales para las vacas de raza frisona y los cruces. Todos los cruces son mejores para la producción de proteína que las frisonas. En el norte de España la mayor parte de la leche que se produce es para consumo fresco. Teniendo esto en cuenta, podría ser una buena opción encontrar una frisona rústica, pues no debemos olvidar que manejamos más información de esta raza que de ninguna otra. Se necesitan más estudios para valorar la adaptación de las frisonas al sistema ecológico, en los que se debería incluir las características productivas, reproductivas y funcionales y la salud. Esta información se podría usar para desarrollar un índice de mérito genético adaptado a los sistemas ecológicos y de pastoreo.

Resultados de campo de la administración post-parto en vacas lecheras de un suplemento oral con calcio, potasio, levaduras vivas y niacina

Field results of the administration to fresh cows of a drench product with calcium, potassium, live yeast and niacin

R. García-Lastra, A. Ferro, D. Muysson

TechMix Global

Introducción

Los problemas relacionados con el postparto de la vaca lechera tienen una influencia clave en el rendimiento productivo y reproductivo futuro de estos animales, en su vida útil en el rebaño y en la rentabilidad de la explotación. El uso de suplementos para conseguir un comienzo estable de la lactación y una transición suave al periodo productivo es cada vez más común y recomendable en las explotaciones de alta producción.

El objetivo de esta comunicación es presentar los resultados de un estudio realizado en España para determinar la eficacia de la aplicación de un suplemento comercial con diversas fuentes de calcio, energía, electrolitos, vitaminas, betaína y levaduras vivas (Fresh Cow YMCP®) sobre los niveles sanguíneos de calcio y sus posibles repercusiones en el rendimiento del rebaño.

Material y métodos

Durante el pasado año (agosto 2014) se realizó una prueba en una explotación española (Girona) con el objetivo de determinar el efecto sobre los niveles de calcio en sangre de vacas en postparto tras la aplicación de una dosis de Fresh Cow YMCP®. Diez vacas fueron escogidas aleatoriamente y recibieron el tratamiento y 5 sirvieron como control, aplicándose el producto lo antes posible tras el parto. Las muestras sanguíneas fueron recogidas, entre 24 y 48 horas antes del parto, en el momento del parto y pósteriormente cada 3 horas hasta las 12 horas. Finalmente se siguieron tomando muestras con una periodicidad de 24 horas durante los 3 días sucesivos. Las muestras fueron procesadas y enviadas por el veterinario de la explotación al Departamento de Bioquímica de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Barcelona donde se analizaron.

Resultados

Los resultados mostraron una caída fisiológica del calcio tras el parto que nunca sobrepasó los 7,4 mg/dL en los animales tratados, frente a un descenso pronunciado en los animales control (5,3 mg/dL) que desarrollaron una hipocalcemia subclínica. Los animales control recuperaron niveles normales de calcio en sangre (>8 mg/dl o 2 mmol/l) a las 36 horas post parto (figura 1).

Discusión

Con o sin signos obvios de hipocalcemia clínica (fiebre de la leche), la bajada excesiva del calcio sanguíneo tras el parto está ligada a variedad de patologías (Goff, 2008). Esto sucede porque el calcio sanguíneo es necesario para la funcionalidad de músculos y nervios esenciales para el músculo esquelético y la motilidad intestinal, lo que finalmente reduce la ingesta de materia seca, favoreciendo los desórdenes metabólicos y reduciendo la producción (Oetzel, 2013).

Por otra parte, durante el parto también se produce un descenso del calcio intracelular en las células inmunitarias, afectando a su capacidad de respuesta y favorece la inmunosupresión, agudizada por el aumento de cortisol observado en estos animales (Kimura, *et al.*, 2006).

Por lo tanto el efecto observado en el estudio sobre los niveles sanguíneos de calcio tras la administración del producto Fresh Cow YMCP®, influirá positivamente en la prevención de las patologías relacionadas con la hipocalcemia y con el estatus inmunitario de los animales tratados. Esto corrobora los resultados obtenidos con el mismo producto durante un estudio de campo realizado en 2009 en una explotación (373 vacas postparto) de Dakota del Sur (EE.UU.) donde se pudieron observar reducciones significativas en retenciones de placenta (26%), metritis (39%) y desplazamiento de abomaso (47%) y un aumento medio de la producción de 407 kg (ME305) (Smith *et al.* 2009).

La disminución de problemas metabólicos en el postparto se puede deber a unos mejores niveles de calcio, magnesio y potasio en los animales tratados y al estímulo del consumo de materia seca por el resto de ingredientes del producto (niacina y levaduras vivas), lo que reduciría secundariamente el balance energético negativo.

Conclusión

Por lo tanto, se puede afirmar que la administración de una única dosis de Fresh Cow YMCP® en vacas lecheras de post-parto mejora el nivel sanguíneo de calcio en los primeros estadios de la lactación.

Bibliografía

Goff, J.P. 2008. The monitoring, prevention and treatment of milk fever and subclinical hypocalcemia in dairy cows. Vet.J. 176:50-57.

Kimura, K., Reinhardt, T.A., Goff, J.P. 2006. Parturition and hypocalcemia blunts calcium signals in immune cells of dairy cattle. J. Dairy Sci. 89:2588-2595.

Smith, D., Franz, P. 2009. Field results of Fresh Cow YMCP® administration on metabolic and production parameters. Unpublished field report.

Oetzel, G.R. 2013. Minimizing hypocalcemia during early lactation. In Proceedings of the Tri-State Dairy Nutrition Conference. p.23-34.

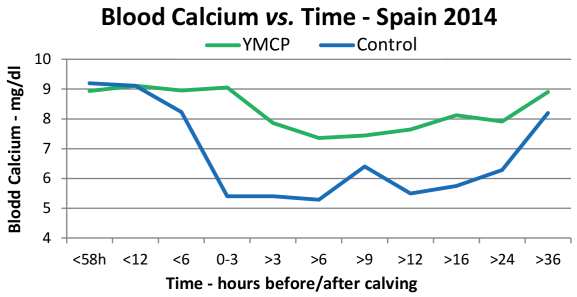


Figura 1

Los nitratos y la reproducción animal

Nitrates and animal fertility

J. Sala Schiewe

Ingeniero Industrial

La ingesta de nitratos a través del agua afecta a la salud tanto de las personas como de los animales. Tras la ingesta de agua con nitratos, éstos se convierten en nitritos al pasar a la sangre, transformando la hemoglobina en meta-hemoglobina, lo que merma el transporte de oxígeno a las células y tejidos ya que la meta-hemoglobina no tiene capacidad de transportar el oxígeno. Un menor aporte de oxígeno reduce el desarrollo de los animales, aumenta las posibilidades de desarrollar enfermedades e incluso puede ocasionar la muerte.

Reduciendo los nitratos del agua se minimizan estos efectos y se obtiene un agua de mayor calidad. En el caso de las explotaciones ganaderas, un agua de mayor calidad es sinónimo de productividad y rentabilidad.

El nitrógeno, N, es un elemento básico para el desarrollo de la vida. La reserva fundamental de nitrógeno en nuestro planeta es la atmósfera donde éeste se encuentra en estado gaseoso (N_2). El nitrógeno en estado gaseoso no puede ser utilizado directamente por la mayoría de los seres vivos. Ha de convertirse a otras formas químicas, nitratos (NO_3^-) y/o amonio (NH_4^+), para que pueda ser asimilado por las plantas.

Otra fuente importante de nitrógeno (NH_4^+) es la urea de los animales, existente en el purín. Cuando la urea se deposita en el suelo se suceden diversas reacciones biológicas que convierten el nitrógeno orgánico, contenido en el ión amonio (NH_4^+) en un compuesto inorgánico, cuyo nitrato (NO_3^-) es el último eslabón de la cadena de reacción.

Los nitratos (NO_3^-) existentes en el suelo son absorbidos por las plantas, donde emplean el nitrógeno en la síntesis de proteínas, ácidos nucleicos (ADN y ARN) y otras moléculas fundamentales del metabolismo, necesarios para el desarrollo de las plantas. El purín es un abono natural utilizado de siempre en los campos de cultivo.

Normalmente no todo el nitrato (NO_3^-) existente en la tierra es asimilado por las plantas. Parte de estos nitratos (NO_3^-) se transformarán de nuevo en nitrógeno atmosférico (N_2), cerrando así uno de los ciclos bioquímicos más importantes de la naturaleza, el ciclo del nitrógeno. Pero otra parte de los nitratos (NO_3^-) terminará en las aguas subterráneas por efecto de las lluvias y debido a que el nitrato tiene una gran capacidad lixiviación (arrastre por el agua), además de ser un elemento muy soluble en el agua.

En un entorno natural, la concentración de nitrato en las aguas subterráneas suele ser del orden de 10 miligramos de nitrato por litro de agua (ppm). Sin embargo, en zonas de actividad agropecuaria, esta concentración puede aumentar, llegando a niveles de 100 ó 200 miligramos de nitrato por litro o incluso valores superiores.

Muchas explotaciones de bovino lechero combinan la producción de leche con la producción agrícola en un mismo área y en muchos casos el agua de abastecimiento para dar de beber al ganado se obtiene de captaciones de esa misma zona, lo que hace altamente probable que ese agua contenga altas concentraciones de nitratos.

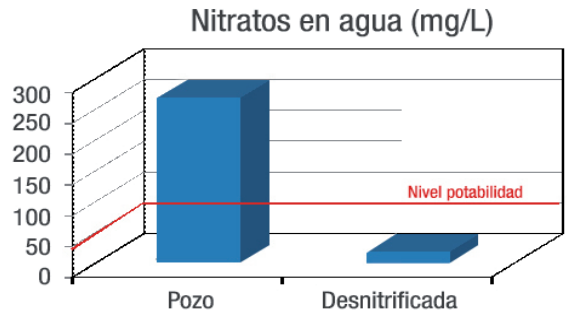
En el sistema digestivo de los bovinos existen microorganismos que tienen la capacidad de convertir el nitrógeno no proteico (NNP) en proteína bacteriana, por lo que estos animales tienen una alta tolerancia a los nitratos en su dieta.

En nuestra comunicación queremos dar a conocer nuestra experiencia empírica en la evolución positiva de los índices reproductivos en una explotación de ganado bovino lechero tras la reducción drástica del aporte de nitratos en el agua de bebida.

Consideraciones

La experiencia se ha realizado en una explotación española de ganado vacuno de 900 cabezas con 450 vacas en lactación. Durante 12 meses se ha proporcionado un agua de bebida a toda la explotación, que tras un tratamiento específico, ha reducido la concentración de nitratos. Los niveles de concentración de nitratos eran de 200 a 300 miligramos de nitratos por litro de agua (ppm). El tratamiento ha reducido la concentración a 10-

20 ppm, siendo ésta el agua que se ha suministrado a toda la población de la explotación.

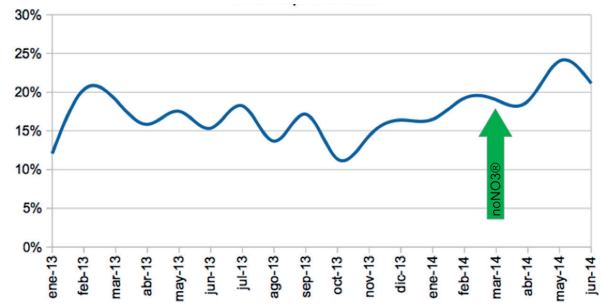


Resultados y discusión

La utilización del agua con baja concentración de nitratos ha supuesto un incremento de la fertilidad de las vacas adultas en torno al 5-6% en un periodo tan corto como el primer mes tras la reducción del nivel de nitratos. Por otra parte, se ha observado una drástica reducción de la incidencia de abortos y reabsorciones embrionarias, de alrededor del 10%.

Además otro de los aspectos que ha mejorado radicalmente ha sido la incidencia de problemas digestivos en la recría. La morbilidad, como incidencia de diarreas, ha caído cerca del 30% e igualmente se ha visto sustancialmente reducida la mortalidad por causas digestivas de los terneros mamones.

Acompañando a estos resultados se ha observado una tendencia al incremento de la producción de leche, aunque éste último punto es más difícil de cuantificar objetivamente, dado que han existido los lógicos cambios en la alimentación asociados a la rotación de forrajes en una explotación lechera, en el largo periodo de un año.



REPRODUCCIÓN

Efecto de los partos gemelares en la salud posparto. Relación con el uso de tratamientos hormonales

Effects of twinning on post-partum health. Relation with the use of hormonal treatments

C. Lázare[1], E. Plaza[1], C. González[1], S. Mompel[1], M. Miranda[1,2], L. E. Fidalgo[1,2], L. Rigueira[1,2]

[1]Servicio de Atención de Animales de Renta. Hospital Veterinario Universitario Rof-Codina, Lugo

[2]Departamento de Ciencias Clínicas Veterinarias, Facultad de Veterinaria, Universidad de Santiago de Compostela, Lugo

Objetivo

El objetivo de este estudio fue determinar la posible relación entre partos gemelares y los tratamientos hormonales en una explotación de vacuno lechero con 250 vacas en lactación y una media de producción anual de 10.500 kg leche y valorar el efecto de los partos gemelares sobre la salud postparto de la vaca.

Material y métodos

Se analizaron los calendarios de reproducción de los años 2012, 2013 y 2014 y se hizo un recuento de los partos totales (simples y gemelares) y los tratamientos hormonales previos a la inseminación artificial. En esta explotación no había registro de partos gemelares (alguno esporádico) hasta el año 2012. Se hicieron dos grupos de animales: vacas que no habían recibido tratamiento hormonal y aquellas que sí que recibieron hormonas (prostaglandinas, GPG, dispositivo intrauterino de liberación de progesterona y doble tratamiento de prostaglandinas y GPG). A todos los animales paridos se les hizo un control posparto (tira de orina, temperatura y útero) entre la primera y tercera semana posparto (3 exámenes por animal) con el objetivo de evaluar la salud posparto y controlar y atajar la enfermedad metabólica y uterina.

Resultados y discusión

El número de partos en 2012 fue de 193, en 2013 de 209 y en 2014 de 230, con un porcentaje de partos gemelares en continuo crecimiento desde 2012 con 3,1%, 2013 con 5,2% al 2014 con 7,2%. En 2013 se trató con hormonas al 33,5% de las vacas paridas mientras que en el 2014 se trató al 55,6%. En cuanto a las patologías posparto de estas vacas, solo un 20% de las que parieron gemelos en 2013 no tuvieron ninguna patología, en comparación con el 74,4% de no patologías en las vacas de un único ternero parto; un 40% sufrieron enfermedad metabólica (cetosis, DAI y acidosis) y un 40% patología uterina (RP, metritis), siendo estos porcentajes significativamente inferiores en las vacas de un solo ternero parto: incidencia de enfermedad metabólica (14,1%) y problemas uterinos (11,5%). Un 33,3% de las vacas con partos gemelares del 2014 no tuvieron patologías posparto, un 46,7% tuvieron problemas uterinos y un 20% enfermedad metabólica (cetosis); mientras que en vacas de un solo ternero un 73% no tuvieron patologías posparto y el porcentaje de problemas uterinos y cetosis fue significativamente inferior: 12,1% y 14,9%, respectivamente.

Conclusiones

Este estudio preliminar nos permite concluir que los partos gemelares conllevan una mayor incidencia de enfermedad metabólica y uterina en el posparto, y se observa un paralelismo entre el aumento del uso de tratamientos hormonales y el aumento de partos gemelares. No obstante, y teniendo en cuenta que las gestaciones gemelares pueden estar influenciadas por otras variables como por ejemplo la edad y los partos de la vaca, la genética, la producción, la temperatura ambiental, etc., y que muchas gestaciones gemelares no llegan a término, pero son negativas para el animal; se necesitan nuevos estudios en el que se valoren todas estas variables para atajar correctamente el efecto global negativo de las gestaciones gemelares, y llevar a cabo prácticas clínicas como la realización de diagnóstico de gestación temprano con reducción embrionaria.

MASTITIS

Evaluación de un sellador de pezones a base de Infusión de alfilerillo (*Erodium cicutarium*)

Evaluation and assessment of the antiseptic power of a nipples sealer based on a brad infusion (Erodium cicutarium)

S.M. Leyton,Y.G. Arias, J.B. Beltramino

Escuela Agropecuaria Provincial Nº 1, Gobernador Gregores, Santa Cruz. Argentina

Resumen

El presente trabajo se realizó con el objetivo de reemplazar los antimicrobianos habitualmente utilizados en los selladores de pezones comerciales por un recurso herbolario local, el alfilerillo (*Erodium cicutarium), en* forma de infusión como principio activo y detectar así nuevas fuentes de agentes antimicrobianos. Para evaluar su efectividad se hicieron determinaciones in-vitro en el laboratorio escolar y en el laboratorio de la Cátedra de Farmacognosia de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires, Argentina. El ensayo se realizó entre marzo del 2012 y agosto del 2014, en la Escuela Agropecuaria Provincial N° 1 de Gobernador Gregores, Provincia de Santa Cruz. Se utilizaron tres vacas en ordeño Holando Argentino, con una edad promedio de 6 años. Si bien el número de bovinos utilizados en el ensayo es insuficiente, se debe tener en cuenta que en la Provincia de Santa Cruz es prácticamente el único tambo bovino, se trabaja con muy pocos animales, y con fines especialmente didácticos. Por ello se debe considerar a las determinaciones obtenidas como preliminares y dignas reproducir en una escala mayor.

Con el alfilerillo se preparó una infusión a base de 10g de planta entera desecada y triturada en 250 ml de agua, se dejó macerar durante 12 horas y luego se hirvió durante 2 minutos. Es la misma preparación descripta por los pobladores rurales locales, a quienes se consultó sobre cómo la preparaban y el uso que ellos le daban al vegetal. Se elaboró un sellador de pezones utilizando la infusión de alfilerillo y agentes de formulación: propilenglicol, carbopol, glicerina y vitamina A.

Se calculó el porcentaje como medida de resumen y el por ciento de variación como medida de comparación. El criterio utilizado para determinar actividad antimicrobiana fue el desarrollo de unidades formadoras de colonias (U.F.C). Se hicieron tres repeticiones de 7 días de duración, para ello se preparó el medio de cultivo Agar de Recuento en Placa (ARP) y se llenó con el mismo asépticamente tapas de crisoles estériles de 3,5cm de diámetro**,** lo que da una superficie de 9,62cm^2**;** luego se colocaron esas tapas de crisoles en cajas de petri estériles quedando así listas para utilizar. Las primeras tomas de muestras se llevaron a cabo durante el mes de mayo del 2013 y se realizaron al llegar los bovinos a la sala de ordeño**,** se utilizaron como muestras testigos, es decir sin aplicación del sellador de pezones. Pósteriormente en los meses de julio - agosto 2013 se realizó nuevamente la toma de muestras pero en este caso los bovinos recibieron, al finalizar el ordeñe diario, la aplicación del sellador preparado a base de infusión de alfilerillo. El clima en todos estos meses es frio y seco. La toma de muestras se realizó aplicando la tapa del crisol con el medio de cultivo sobre el extremo de cada pezón realizando una suave presión ascendente. Luego se colocó en las cajas de petri y se llevaron a estufa de cultivo 48 hs. a 37ºC. Se realizó el conteo de las U.F.C. desarrolladas. Los valores diarios obtenidos de cada pezón de un mismo bovino fueron promediados. En la Cátedra de Farmacognosia de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires se caracterizaron los grupos fitoquímicos que forman parte del alfilerillo y se analizó el perfil cromatográfico, por TLC y HPLC, de la infusión del alfilerillo.

Los resultados obtenidos permiten concluir en forma fehaciente, que fue posible formular un sellador de pezones post ordeñe con infusión de alfilerillo como principio activo con buen comportamiento antiséptico, ya que en los ensayos a campo se obtuvieron reducciones de un 70% en el desarrollo de UFC en la piel del pezón.

Tabla 1. Resumen de valores obtenidos al comienzo y fin del ensayo. Variaciones en el recuento de UFC

	29/07 UFC/TC	18/08 UFC/TC	MODIFICACIONES
VACA 53	400 ±14	150 ±10	-62%
VACA 98	420 ±17	100 ±9	-76%
Promedio	423 ±16	123 ±9,7	-69%

(TC) Tapas de crisoles con medio de cultivo

Se detectó en el análisis por TLC en la infusión de alfilerillo, la presencia de flavonoides tales como: rutina y otros glicósidos de la quercetina. El análisis por HPLC confirmó la presencia de compuestos fenólicos tales como quercitina, rutina, ácido clorogénico, isoquercitrina y quercitrina.