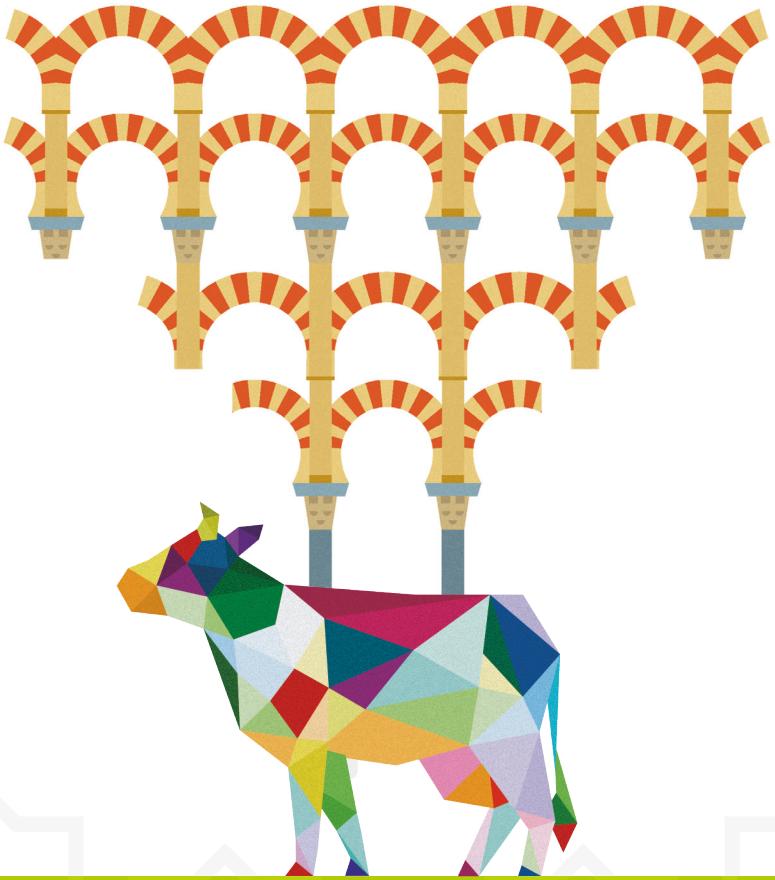
XXVI

CONGRESO INTERNACIONAL ANEMBE DE MEDICINA BOVINA

Córdoba 24-26 abril 2024



La sostenibilidad, pilar clave de nuestro progreso

LIBRO DE PONENCIAS, COMUNICACIONES ORALES Y POSTER

ANEMBE

ASOCIACIÓN NACIONAL DE ESPECIALISTAS EN MEDICINA BOVINA DE ESPAÑA

INDICE

PONENCIAS 6

GANADERÍA PARA CONSEGUIR VACAS LECHERAS MÁS SOSTENIBLES 6

LA FERTILIDAD DE LA VACA LECHERA EN LA ERA POST-GENÓMICA: AVANCES, RETOS Y PERSPECTIVAS 8

DIAGNÓSTICO DE NO GESTACIÓN CON CDOPPLER 10

NUEVOS CONCEPTOS EN LA NUTRICIÓN DE TERNEROS: CALOSTRO 16

NUEVOS CONCEPTOS EN LA NUTRICIÓN DE TERNEROS: ALIMENTACIÓN CON LECHE Y DESTETE 23

HUMANOS CONTRA ROBOTS - LA SALUD DE LA UBRE EN LOS SISTEMAS DE ORDEÑO AUTOMATIZADOS 32

LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS CON ROBOTS - LA GESTIÓN DE LA MASTITIS AMBIENTAL Y CONTAGIOSA EN LOS SISTEMAS DE ORDEÑO AUTOMATIZADOS 34

ALTERACIÓN DEL CICLO DEL NITRÓGENO. EMISIONES DE AMONIACO POR APLICACIÓN DE PURINES: CUANTIFICACIÓN EN CAMPO Y ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN 36

EL PURÍN DE VACUNO, UN ABONO SOSTENIBLE, AMBIENTAL Y ECONÓMICAMENTE. 45

ES NECESARIO, PROPORCIONAL Y COHERENTE TANTO PAPELEO PARA GESTIONAR EL PURIN COMO ABONO? 53

LA INTERPRETACIÓN DE LOS HEMOGRAMAS EN EL GANADO BOVINO 69

LA INTERPRETACIÓN DE LAS PRUEBAS BIOQUÍMICAS EN EL ANÁLISIS DE SANGRE EN EL GANADO BOVINO 78

SISTEMA VISUAL DEL BOVINO DE LIDIA. APLICACIÓN PRÁCTICA 82

MEJORA DE LA GESTIÓN Y EL RENDIMIENTO REPRODUCTIVOS MEDIANTE UNA GESTIÓN ESPECÍFICA BASADA EN DATOS 85

MEJORA DEL CONTROL Y LA GESTIÓN DE LA SALUD DEL GANADO LECHERO MEDIANTE TECNOLOGÍAS DE CONTROL AUTOMATIZADAS 99

LA VIDA PRODUCTIVA ECONÓMICAMENTE ÓPTIMA DEL GANADO LECHERO 111

ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA INSEMINACIÓN DE VACAS LECHERAS 113

LOS EFECTOS DEL USO DE AGENTES ACONDICIONADORES EN EL RECUENTO MICROBIOLÓGICO DE LA CAMA ORGÁNICA 114

TRATAMIENTO DE LA MASTITIS POR KLEBSIELLA: ESTRATEGIAS EFICACES DE PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO 117

EXPLORANDO LOS MISTERIOS DE LA PERMEABILIDAD INTESTINAL Y ENDOTOXEMIA METABOLICA EN LA PRODUCCION DE LECHE Y SALUD DEL GANADO LECHERO 122

IMPACTO DE LA CALIDAD DE LOS ENSILADOS EN LA SALUD DE LA UBRE Y LA CALIDAD DE LA LECHE. 129

EMPLEO DE SUPLEMENTOS NUTRICIONALES PARTA REDUCIR LA PRODUCCIÓN DE METANO EN VACUNO LECHERO Y CÁRNICO 141

LA DECLARACIÓN DE DUBLÍN: REEQUILIBRAR EL DEBATE SOBRE LA GANADERÍA 147

¿CÓMO CONTABILIZAMOS LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE LA GANADERÍA EN LOS INVENTARIOS NACIONALES? OPORTUNIDADES DE INCORPORACIÓN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN 152

CÓMO CUMPLIR CON LAS OBLIGACIONES MEDIOAMBIENTALES Y DE REDUCCIÓN/MITIGACIÓN DE EMISIONES CON LA MTDS – MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES – PARA BOVINO: DESARROLLO, RETOS Y EJEMPLOS 155

NUEVOS MODELOS DE ANESTESIA Y CONTENCIÓN QUÍMICA EN RUMIANTES SILVESTRES Y, GANADO EXTENSIVO DE DIFÍCIL MANEJO 157

CASOS CLÍNICOS 160

RESOLUCIÓN QUIRÚRGICA DE PATOLOGÍAS DE LA REGIÓN UMBILICAL 164

ANESTESIAS Y CIRUGÍA OCULAR EN BOVINOS 168

ASPECTOS NOVEDOSOS DE LA ENDOMETRITIS EN VACAS DE LECHE: ORIGEN, EFECTOS EN LA FERTILIDAD Y FUNDAMENTOS DEL TRATAMIENTO NO ANTIBIÓTICO 173

PERDIDAS GESTACIONALES: BASES FISIOLOGICAS Y ESTRATEGIAS PARA REDUCIRLAS 184

AVANCES EN PROGRAMAS DE SINCRONIZACIÓN PARA IATF EN GANADO DE CARNE: ESTRATEGIAS DE PRESINCRONIZACIÓN 200

¿UNA O DOS DOSIS? LA DUDA HAMLETICA 213

UNA REVISIÓN DE TECNOLOGÍAS Y SENSORES DISPONIBLES EN VACUNO LECHERO 215

GESTIÓN SOSTENIBLE DEL VACUNO DE CARNE EN DEHESAS: EMISIONES GEI Y CERTIFICACIÓN DIFERENCIADA 223

GANADERÍA SOSTENIBLE, FUTURO SOSTENIBLE: CÓMO LA GANADERÍA PUEDE SER PARTE DE UNA SOLUCIÓN CLIMÁTICA 235

SOLUCIONES CLIMÁTICAS PARA LA GANADERÍA: POR QUÉ NECESITAMOS UN CONJUNTO DE SOLUCIONES PARA REDUCIR LOS GEI DEL SISTEMA ALIMENTARIO 238

MEDIDAS INNOVADORAS DE MANEJO PARA LA MEJORA DE LA SANIDAD EN EXPLOTACIONES EXTENSIVAS BOVINAS 241

MODULACIÓN DE LA MICROBIOTA MEDIANTE POSTBIÓTICOS PARA LA MEJORA DE PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y DE SALUD 243

ESTRATEGIAS DE MEJORA DE SOSTENIBILIDAD DE LAS GRANJAS BOVINAS 246

LA GANADERÍA Y LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO: 10 ARGUMENTOS PARA MATIZAR 249

NUEVOS RETOS DE LA LEGISLACIÓN EN GRANJA: ¿UNA CARGA O UNA OPORTUNIDAD? 252

LA PRESENCIA DE *MYCOPLASMA BOVIS* EN ESPAÑA ¿QUÉ SABEMOS YA? 257

EPIDEMIOLOGIA Y CONTROL DEL CRB EN LOS CEBADEROS CUANDO ESTÁ IMPLICADO *MYCOPLASMA BOVIS* 261

LA BIOSEGURIDAD EN LAS GRANJAS DE VACA NODRIZA: LECCIONES APRENDIDAS Y PUNTOS CRÍTICOS 266

INNOVACIONES DE BAJO COSTE Y ALTO IMPACTO EN LOS RENDIMIENTOS DE LAS VACAS NODRIZAS 276

LA DIARREA NEONATAL DEL TERNERO: UN VIEJO PROBLEMA CON NUEVAS SOLUCIONES. 282

IMPACTO DEL AMBIENTE PRENATAL EN LA VIDA POSTNATAL DE LOS TERNEROS 291

SAFETYOFSILAGE: UN PROYECTO PARA COMPRENDER MEJOR LOS EFECTOS DE LA CALIDAD DEL ENSILADO EN EL RENDIMIENTO DE LOS ANIMALES Y LA CALIDAD DE LA LECHE 300

NUEVAS PERSPECTIVAS SOBRE EL PAPEL DE LA NUTRICIÓN CON CARBOHIDRATOS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE LA ECONOMÍA ALIMENTARIA EN LAS EXPLOTACIONES LECHERAS 304

COMUNICACIONES ORALES.....308

FACTORES DE RIESGO Y EFECTOS DE LA RETENCIÓN DE PLACENTA EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN EL PRIMER CONTROL POSTPARTO.....308

EFECTO DE LOS EMBRIONES PRODUCIDOS IN VITRO EN LA FERTILIDAD DE VACAS REPETIDORAS Y EN LA REDUCCIÓN DE LAS POSTERIORES INSEMINACIONES ARTIFICIALES.....310

VALORAR LA EFICACIA DEL SORBATO POTÁSICO EN LA CONSERVACIÓN DE LA LECHE DE TRANSICIÓN EN CUATRO SITUACIONES REALES DE GRANJA 312

PUNTOS DE CONTROL EN UN PROGRAMA DE ALIMENTACIÓN CON POOL DE LECHE DE TRANSICIÓN EN NODRIZA.....314

ESTIMACIÓN DE EMISIÓN DE METANO EN EXPLOTACIONES DE LECHE DE LA PROVINCIA DE LUGO (NOROESTE DE ESPAÑA).....316

EFECTO DE LA SUBNUTRICIÓN Y DEL HIDROXITIROSOL DURANTE EL ÚLTIMO TERCIO DE GESTACIÓN SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS, METABÓLICOS Y ENDOCRINOS DE LAS VACAS NODRIZAS 318

FUENTES AMBIENTALES DE LA INFECCIÓN POR CRYPTOSPORIDIUM PARVUM EN TERNEROS LECHEROS NEONATALES.....320

IDENTIFICACIÓN MOLECULAR DEL VIRUS DE INFLUENZA D EN CASOS DE BOVINOS CON PROCESOS RESPIRATORIOS. 322

PROGRAMACIÓN FETAL - IMPACTO DE PARIDAD MATERNA, TEMPORADA DE CONCEPCIÓN Y EL RENDIMIENTO LÁCTEO EN LA SALUD Y PRODUCTIVIDAD DE LAS CRÍAS HEMBRAS 324

NIVELES OBJETIVOS DE ESTRÉS EN VACAS DE LECHE RELACIONADOS CON EL PARTO Y LA SEPARACIÓN DE LA CRÍA 326

PREVALENCIA, BIOSEGURIDAD Y GESTIÓN DE RIESGOS DE INFECCIÓN POR CORONAVIRUS RESPIRATORIO BOVINO EN CEBADEROS DE TERNEROS MAMONES DE NUESTRO PAÍS.....327

EFECTO DE LA ENFERMEDAD HEMORRÁGICA EPIZOÓTICA BOVINA EN EL ESTADO SANITARIO, PRODUCTIVO, MORTALIDAD Y REPRODUCTIVO DE REBAÑOS DE LECHE, Y SU REPERCUSIÓN ECONÓMICA. 329

MEJORA LA SALUD DE LA UBRE ERRADICANDO EL VIRUS DE LA DIARREA VÍRICA BOVINA DE LA GRANJA.....331

¿QUÉ PARÁSITOS GASTROINTESTINALES SON MÁS IMPORTANTES EN EL GANADO VACUNO DE GALICIA Y ASTURIAS? 333

EFFECT OF LUNG CONSOLIDATION DETECTED BY SEQUENTIAL THORACIC ULTRASOUND DURING EARLY MONTHS OF LIFE ON GROWTH AND REPRODUCTIVE PERFORMANCE IN HOLSTEIN HEIFERS .335

PREVALENCIA Y FACTORES DE RIESGO DE ENDOMETRITIS SUBCLÍNICA Y OCLUSIÓN TUBÁRICA EN VACAS LECHERAS REPETIDORAS 337

RESPUESTA COMPARATIVA DE DOS VACUNAS MONODOSIS PARA EL CONTROL DE DIARREA NEONATAL EN TERNEROS EN GANADO VACUNO 339

IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DE LA MUESTRA EN EL ANÁLISIS DE MACROMINERALES.....341

EVALUACIÓN DE TERNEROS DE CEBO TRATADOS CON OLIGOELEMENTOS INYECTABLES A LA ENTRADA MEDIANTE ECOGRAFÍA PULMONAR.....343

BENEFICIOS DEL USO CONJUNTO DE ENCUESTAS EPIDEMIOLÓGICAS Y ANÁLISIS COPROLÓGICOS PARA EL CONTROL DE ENDOPARÁSITOS DIGESTIVOS EN VACUNO 345

RESULTADOS PRELIMINARES DE UNA ACCIÓN COLABORATIVA (PROYECTO GARES: GARRAPATAS DE ESPAÑA): DISTRIBUCIÓN DE GARRAPATAS DURAS EN GANADO VACUNO.....347

PARATUBERCULOSIS BOVINA: UTILIDAD DE LA ENCUESTA EPIDEMIOLÓGICA COMO HERRAMIENTA PARA EL CONTROL DE LA ENFERMEDAD EN LA COMARCA DE LOS PEDROCHES.....349

BACTERIAS PROBIÓTICAS PUEDEN MODULAR LA RESPUESTA INMUNITARIA A LA VACUNACIÓN CONTRA LA PARATUBERCULOSIS 351

LA CULPA NO ES DE LA ALIMENTACIÓN 352

MICROBIOTA Y MAMITIS EN EL GANADO BOVINO LECHERO: RELACIÓN ENTRE LA COMUNIDAD BACTERIANA DE LA LECHE Y EL ESTADO SANITARIO DE LA UBRE 354

APLICACIÓN DE MARCADORES GENÉTICOS ASOCIADOS A LA SUSCEPTIBILIDAD, RESISTENCIA, Y TOLERANCIA A LA PARATUBERCULOSIS BOVINA EN SELECCIÓN GENÉTICA DE LA RAZA FRISONA.....356

IDENTIFICACIÓN DE VARIANTES GENÉTICAS ASOCIADAS CON PRODUCCIÓN DE ALTOS NIVELES DE INTERFERÓN-GAMMA EN VACAS DE LA RAZA FRISONA INFECTADAS CON MYCOBACTERIUM BOVIS EN CONDICIONES NATURALES.....358

REVISIÓN SISTEMÁTICA DE TECNOLOGÍAS VALIDADAS EN SISTEMAS INTENSIVOS DE PRODUCCIÓN DE VACUNO DE CARNE. 360

EL GRADO DE CONFORMACIÓN DE LOS TERNEROS NO PREDICE EL DESEMPEÑO EN EL MATADERO TERNEROS DE CRUCE INDUSTRIAL 362

EFECTO DE LAS PATOLOGÍAS EN LA EMISIÓN DE METANO ESTIMADO A PARTIR DE PARÁMETROS DE LA LECHE. 364

EXPERIENCIA PRÁCTICA DE CEBO DE TERNEROS SIN PAJA 366

USO DE UN PROTOCOLO INTENSIVO DE REVISIÓN DE TERNERAS VERSUS UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE MONITORIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SOBRE EL RESULTADO DE LA RECRÍA. 373

MONITORIZACIÓN DEL BALANCE REDOX DURANTE EL ÚLTIMO TERCIO DE LA GESTACIÓN EN VACAS DE APTITUD CÁRNICA SUPLEMENTADAS CON HIDROXITIROSOL. 375

¿QUÉ VISIÓN TIENEN LOS VETERINARIOS DEL IMPACTO DE LA DIARREA NEONATAL EN LAS GRANJAS DE NUESTRO PAÍS? 377

EXTRACTOS DE MACROALGAS PARA CONTRARRESTAR EL ESTRÉS POR CALOR EN VACA LECHERA ...379

SEGUIMIENTO MEDIANTE ECOGRAFÍA PULMONAR TRAS INCORPORAR AL PLAN DE ENTRADA DE UN CEBADERO DE MAMONES LA VACUNACIÓN INTRANASAL FRENTE A CORONAVIRUS RESPIRATORIO381

¿ES EL SISTEMA PROCROSS UNA ALTERNATIVA RENTABLE PARA GANADERÍAS INTENSIVAS DE ALTA PRODUCCIÓN LECHERA? 383

BÚSQUEDA DE BIOMARCADORES ETOLÓGICOS COMO INDICADORES TEMPRANOS DE PATOLOGÍAS EN TERNERAS DE CEBO.....385

VACUNACIÓN FRENTE A LA PARATUBERCULOSIS: RESPUESTA ESPECÍFICA Y MECANISMOS DE INMUNIDAD ENTRENADA QUE INDUCEN PROTECCIÓN FRENTE A OTROS PATÓGENOS. 390

DIFERENCIA DE TEMPERATURA PODAL ENTRE EXTREMIDAD AFECTADA Y EXTREMIDAD SANA UTILIZANDO TERMOGRAFÍA INFRARROJA. 392

ANEMIA HEMOLÍTICA NEONATAL: TRANSMISIÓN TRANSPLACENTARIA DE BABESIA BIGEMINA EN UN TERNERO.....394

POSTER 396

DESARROLLO DE UN SOFTWARE DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA DETERMINAR EL MOMENTO DE INSEMINACIÓN EN VACAS A TRAVÉS DE UNA ECOGRAFÍA DE LA SUPERFICIE VULVAR 396

ESTIMACIÓN DEL RIESGO DE UN CASO DE METRITIS BASADO EN DATOS PRODUCTIVOS Y REPRODUCTIVOS 398

INFLUENCIA DE LA GESTACIÓN EN LA PERSISTENCIA DE LAS CURVAS DE LACTACIÓN EN VACAS FRISONAS 400
EVALUACIÓN DEL ESTRÉS ASOCIADO A LA ELECTROEYACULACIÓN EN BOVINO 401
SECUENCIACIÓN MASIVA PARA CONOCER LA MICROBIOTA EN EL AGUA DE BEBIDA 403
DESCRIPCIÓN DEL CUADRO CLÍNICO Y LESIONAL DE LA ENFERMEDAD HEMORRÁGICA EPIZOÓTICA EN EL GANADO VACUNO EN ESPAÑA. 405
EL SUBTIPO ST-1 DE MYCOPLASMA BOVIS, CON UNA SUSCEPTIBILIDAD VARIABLE A LAS QUINOLONAS, ESTÁ CIRCULANDO EN ESPAÑA 407
VARIABILIDAD DEL NÚMERO DE INDIVIDUOS INFECTADOS POR MYCOPLASMA BOVIS EN LAS PRIMERAS SEMANAS EN EL CEBADERO 408
IMPORTANCIA DE LAS INFECCIONES MIXTAS EN TERNEROS NEONATOS CON DIARREA DEL NOROESTE DE ESPAÑA 409
EVALUACIÓN DEL MICROBIOMA DE SÓLIDOS DE ESTIÉRCOL RECICLADO SUPLEMENTADOS CON BIOCARBÓN COMO LECHO PARA VACAS 411
EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA LECHE DESDE 2011 A 2022 EN EL NORTE DE PORTUGAL 413
ADAPTACIÓN DE TERNEROS CHAROLAIS DESPUÉS DE UN TRANSPORTE LARGO: EFECTOS DE LA LEVADURA SACCHAROMYCES CEREVISIAE CNCM I-1077 CON LEVADURA SELENIZADA SOBRE PARÁMETROS SANGUÍNEOS Y RUMINALES 415
USO DE LA TERMOGRAFÍA INFRARROJA PARA LA DETECCIÓN DE LESIONES PODALES EN VACAS 416
EL EFECTO DEL GEN CULÓN EN LA RAZA BRUNA DELS PIRINEUS 417
PULMÓN O CORAZÓN: DETENGÁMONOS EN LA EXPLORACIÓN FÍSICA 419
RELACIÓN DEL BALANCE REDOX Y EL BIENESTAR SOBRE LA INCIDENCIA DE TONGUE ROLLING EN VACAS DE APTITUD CÁRNICA SUBNUTRIDAS Y SUPLEMENTADAS CON HIDROXITIROSOL DURANTE EL ÚLTIMO TERCIO DE LA GESTACIÓN 421
ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE DOS GRANJAS LECHERAS PORTUGUESAS 423
RELACIÓN NA/K: ¿CUÁLES SON LAS IMPLICACIONES DE SUSTITUIR LA LECHE DE VACA POR ALTERNATIVAS DE ORIGEN VEGETAL? 425

PONENCIAS

GANADERÍA PARA CONSEGUIR VACAS LECHERAS MÁS SOSTENIBLES

Francisco Peñagaricano, University of Wisconsin-Madison, USA

La sostenibilidad, definida como *la satisfacción de las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades*, supone el equilibrio entre la economía, la sociedad y el medio ambiente. La ganadería lechera sostenible es primordial para afrontar los grandes retos de la humanidad, como los son la seguridad alimentaria, el uso de la energía, la biodiversidad, el cambio climático y la huella ecológica de la actividad humana. El éxito de la ganadería lechera puede considerarse como la capacidad de las vacas para producir leche, minimizando al mismo tiempo el impacto medioambiental, y mejorando la salud y el bienestar de las vacas, dentro de unos estándares socialmente aceptables. La selección genética es una herramienta fundamental para alcanzar metas sostenibles. De hecho, los programas de cría de ganado lechero han pasado de centrarse únicamente en la producción a centrarse en aspectos como la aptitud y la eficiencia. Hay tres componentes que desempeñan un papel crucial en la sostenibilidad de las explotaciones lecheras: la eficiencia alimentaria, las emisiones de metano y la resiliencia general.

La eficiencia alimentaria. La eficiencia alimentaria es un factor de gran importancia económica y medioambiental para la industria lechera. La alimentación representa más del 50% de los costes totales de producción, por lo que la mejora de la eficiencia alimentaria de las vacas lecheras tiene varias ventajas, como son el aumento de la rentabilidad de la explotación y la reducción del impacto medioambiental de la ganadería lechera. La eficiencia de la alimentación se mide comúnmente como la ingesta residual de alimento, que se calcula como la diferencia entre la ingesta real de materia seca y las predicciones de regresión sobre los disipadores de energía conocidos, incluyendo el peso corporal metabólico, el cambio en el peso corporal y la energía neta secretada en la leche.

Las emisiones de metano. El metano representa el 11% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero en los Estados Unidos y es el segundo gas de efecto invernadero más importante después del dióxido de carbono. La fermentación entérica del ganado representa el 27% de las emisiones totales de metano en los Estados Unidos y es la segunda fuente más importante de emisiones de metano después de los sistemas de gas natural y del petróleo. Además, el metano entérico representa una pérdida de energía de entre el 6 y el 12% de la ingesta energética bruta, energía que de otro modo podría destinarse al crecimiento o a la producción de leche. Por lo tanto, la reducción de las emisiones de metano entérico del ganado lechero aporta múltiples beneficios, entre ellos la reducción del impacto ambiental de la ganadería lechera y la mejora de la eficiencia productiva.

La resiliencia. Se puede definir la resiliencia como la capacidad de mantener el rendimiento o recuperar el funcionamiento normal tras una alteración. Las alteraciones o perturbaciones pueden estar ligadas a cualquier factor que pueda causar estrés a un animal, como enfermedades, cambios de temperatura o alteraciones de la gestión, incluidas las fórmulas dietéticas. Estos factores son numerosos y a menudo desconocidos, por lo que medir la resiliencia no es sencillo. Un enfoque consiste en evaluar las fluctuaciones del rendimiento en el tiempo. La consistencia, definida como la cualidad de rendir como se espera cada día de la lactación, podría estar estrechamente ligada a la resiliencia. De hecho, estudios recientes han demostrado que la consistencia en la ingesta de materia seca o la consistencia en la producción diaria de leche son buenos indicadores de resiliencia.

Rasgos sostenibles en la era genómica

La genómica facilita la selección de rasgos de importancia crítica, pero demasiado difíciles o caros de medir en toda la población. Estos rasgos relevantes sólo pueden medirse en un grupo relativamente pequeño de animales genotipados, y esta población de referencia puede utilizarse entonces para predecir los valores genómicos de cría de toda la población, incluidos los candidatos jóvenes a ser seleccionados. Ejemplos de estos rasgos importantes son la eficiencia alimentaria y las emisiones de metano.

Comentarios finales

La genómica ha revolucionado la cría del ganado lechero, permitiendo un avance genético más rápido, en particular en el caso de rasgos poco heredables, al tiempo que facilita la selección de rasgos novedosos que no se pueden mejorar mediante los programas convencionales, como las pruebas de progenie. El objetivo de la selección ha evolucionado con el tiempo, pasando de aumentar el rendimiento lechero a mejorar la aptitud y la eficiencia. Los programas de selección futuros harán más hincapié en los rasgos relacionados con la sostenibilidad dada la creciente preocupación por el bienestar de las vacas lecheras y el impacto medioambiental de la ganadería lechera.

LA FERTILIDAD DE LA VACA LECHERA EN LA ERA POST-GENÓMICA: AVANCES, RETOS Y PERSPECTIVAS

Francisco Peñagaricano, University of Wisconsin-Madison, USA

La importancia de la selección genética

Los programas de selección de ganado lechero pretenden mejorar la rentabilidad y la sostenibilidad de la industria lechera, ya sea centrándose en rasgos que aumenten los ingresos o en rasgos que reduzcan los gastos. A diferencia de las mejoras en la nutrición, en la gestión o en el confort de las vacas, los cambios conseguidos mediante la selección genética son incrementales, acumulativos y permanentes, lo que hace de la mejora genética una estrategia muy rentable. De hecho, la selección genética es una herramienta muy poderosa para lograr mejoras duraderas en el rendimiento del ganado lechero. Por ejemplo, la vaca lechera actual produce más del doble de leche que la vaca lechera de hace 60 años, y más de la mitad de esa mejora se debe a la selección genética.

La selección en busca de la fertilidad de las vacas

La eficiencia reproductora es un rasgo económico importante en el ganado lechero. La ineficacia reproductora se traduce en un aumento de los intervalos entre partos, un incremento de las tasas de sacrificio involuntario, una disminución de la producción lechera y un retraso en el desarrollo genético, entre otros problemas, lo que conlleva importantes pérdidas económicas. La selección genética para mejorar la fertilidad de las vacas es una prioridad en todo el mundo. En el ganado lechero estadounidense se evalúan habitualmente cuatro rasgos de fertilidad de las hembras, a saber, la tasa de concepción de las novillas (HCR), la tasa de concepción de las vacas (CCR), la tasa de preñez de las hijas (DPR) y la precocidad al primer parto (EFC). Los rasgos HCR y CCR reflejan la capacidad genética de una novilla o vaca para concebir y se definen como los porcentajes de novillas o vacas inseminadas que quedan preñadas en cada servicio. El rasgo DPR, considerado el principal rasgo para la mejora de la fertilidad de las vacas, refleja la capacidad genética de una vaca para concebir cuanto antes tras el parto y se define como el porcentaje de vacas no preñadas que quedan preñadas durante un periodo determinado de 21 días. Un aumento del 1% en la DPR corresponde a una disminución de aproximadamente 4 días abiertos. Por último, el rasgo EFC, el rasgo de fertilidad femenina más reciente, introducido en 2019, se define como la edad en el primer parto y refleja la capacidad de una novilla para parir antes.

La selección genómica: la última revolución

La selección genómica se refiere a las decisiones de selección basadas en valores genéticos estimados genómicamente. Estos valores genómicos de cría se calculan utilizando marcadores genéticos que abarcan todo el genoma. Esta tecnología ha revolucionado la cría de vacas lecheras, permitiendo un avance genético más rápido, sobre todo en rasgos poco heredables, como la fertilidad de las vacas. De hecho, la selección genómica del ganado lechero ha duplicado las tasas anuales de ganancia genética de los rasgos de producción, pero ha aumentado de 3 a 4 veces las de los rasgos de aptitud, incluidos los de la fertilidad femenina.

Nuevos rasgos en la era genómica

La genómica facilita la selección de rasgos nuevos de importancia crítica, pero demasiado difíciles o caros de medir en toda la población. Estos rasgos relevantes sólo pueden medirse en un grupo relativamente pequeño de animales genotipados, y esta población de referencia puede utilizarse entonces para predecir los valores genómicos de cría de toda la población, incluidos los candidatos jóvenes a ser seleccionados. Esto podría permitir la selección de nuevos rasgos de fertilidad que describan más fielmente la fisiología reproductiva de las vacas, como la concentración de hormona antimülleriana, la concentración de la progesterona y la expresión del estro, entre otros.

Comentarios finales

El éxito de los programas genéticos del ganado lechero se basa en la recopilación y el análisis de registros de rendimiento e información genealógica, el uso de tecnologías de reproducción asistida y, más recientemente, la incorporación de datos genómicos. Los objetivos de la cría han evolucionado con el tiempo, desde el aumento del

rendimiento lechero hasta la mejora de los sólidos lácteos y la mejora de los rasgos de salud y fertilidad, atendiendo a las necesidades y preocupaciones de los productores, los que procesan los productos lácteos, y los consumidores. De hecho, los rasgos de salud y fertilidad, así como los de sostenibilidad medioambiental, que incluyen la eficiencia alimentaria y las emisiones de metano, son muy importantes dada la creciente preocupación de la sociedad por el bienestar de las vacas lecheras y el impacto medioambiental de la ganadería lechera.

DIAGNÓSTICO DE NO GESTACIÓN CON CDOPPLER

G.Gnemmi[1], B.Gnemmi[1], F.De Rensis[2], R.Saleri,[2] C.V.A.Maraboli[1]

[1]. Bovinevet Internacional SL. Huesca (ES)

[2]. Department of Veterinary Medical Science, University of Parma, Parma, Italy

Introducción

Hoy en día, la ultrasonografía es una herramienta de diagnóstico utilizada por la mayoría de los que trabajan en la ginecología bovina. No sólo para el diagnóstico de gestación, sino también para evaluar el estado fisiológico y/o patológico de los ovarios y el útero (*Gnemmi 2004; Gnemmi et al.2008*). El diagnóstico precoz de la gestación mediante ecografía es hoy en día el método de diagnóstico más utilizado en ganadería lechera intensiva. Se trata de un diagnóstico precoz que, para minimizar el riesgo de muerte embrionaria post-diagnóstico, los autores sugieren comenzar a realizar a partir de los 28 días post-inseminación (*Munoz del Real et al., 2006; Pierson & Ginther, 1984; Gnemmi et al.2008*).

¿Tiene sentido utilizar el diagnóstico de gestación ultra-temprana para reducir la pérdida de días abiertos en vacas no gestantes? No, objetivamente este tipo de diagnóstico no está justificado, por razones precisas y científicamente demostradas.

Diagnóstico de gestación 23-24 días post-inseminación.

Para este tipo de diagnóstico se requiere un excelente ecógrafo con una excelente set up. Pero, sobre todo, la experiencia del operador es decisiva.

El diagnóstico de la gestación se basa en tres etapas (*Ginther 1995*):

1. Evidencia del cuerpo lúteo (CL);
2. Evidencia de líquido del cuerno uterino ipsilateral al CL;
3. Evidencia del embrión

Sólo la detección del embrión permite afirmar que la vaca está efectivamente preñada, mientras que la mera presencia de un CL y de líquido en los cuernos uterinos también puede determinarse por situaciones distintas de la gestación.

A los 23-24 días, la detección del embrión conduce en más del 80% de los casos a la necesidad de manipular el útero. Como consecuencia de esta manipulación, aunque sea suave, se produce la liberación de prostaglandinas PGF2a, en una cantidad tal que no conduce a la luteólisis, pero sí a una fluctuación transitoria de la progesterona. Cuanto más joven es el embrión, mayor es su susceptibilidad a estas fluctuaciones de la concentración de progesterona. Por consiguiente, cabe deducir que la manipulación del útero en una fase muy temprana aumenta el riesgo de pérdida gestacional.

Por cierto, descubrir una vaca no preñada a los 23-24 días plantea un problema estratégico: ¿qué puedo hacer con las vacas que no están preñadas? No se puede hacer nada!

a. Si la vaca tiene dos ondas de crecimiento y se presenta un CL, será de 3-4 días, es decir, aunque administremos una prostaglandina PGF2a, tendremos una luteolisis pobre y sobre todo incompleta.
b. Si la vaca es de tres ondas, podemos encontrar un cuerpo hemorrágico o un CL de 2-3 días. En los dos casos descritos, nunca hay un folículo dominante (FD), razón por la cual tampoco podemos hacer nada con las vacas que encontramos no gestantes a los 23-24 días post inseminación.

A los 28 días post inseminación, el diagnóstico de gestación no lleva más de 15 segundos y en más del 90% de los casos es posible ver el embrión sin ninguna manipulación uterina e incluso si tenemos que recurrir a una manipulación uterina suave, la resistencia a las fluctuaciones de progesterona de un embrión de 28 días es muy grande y el riesgo de perder la gestación por esta fluctuación es mínimo. Además, tanto si la vaca está en 2 o 3 ondas de crecimiento siempre tendremos un CL maduro (% de luteolisis completa > 70%) y la presencia de un FD.

En el modo B la posibilidad de hacer un diagnóstico de gestación es, por tanto, muy imprecisa. Analizando la

estratigrafía uterina y el volumen de CL podemos aventurar un diagnóstico de no gestación a los 21-23 días, aunque con escasa precisión. Con el Doppler, en cambio, podemos hacer un diagnóstico de no gestación a los 22-23 días con gran precisión.

Finestra 1. Métodos de diagnóstico de la gestación

MÉTODOS DIRECTOS	MÉTODOS INDIRECTOS
Ballottamento	No retorno al estro
Diagnóstico por palpación	[P] en la leche
Diagnóstico ecográfico (modo B)	[P] en la sangre
	Determinación de las proteínas de gestación

Diagnóstico de NO gestación

Se trata de un método indirecto para determinar si una vaca está definitivamente no preñada y/o probablemente preñada. Al igual que todos los métodos directos, este método es muy preciso a la hora de detectar precozmente vacas no preñadas (pocos falsos negativos), pero no tanto a la hora de detectar precozmente vacas preñadas (muchos falsos positivos).

Entre los métodos indirectos, la determinación de la progesterona en la leche es sin duda el más utilizado. En algunas plantas de ordeño, la evaluación de la progesterona se realiza automáticamente. En cambio, el ensayo de progesterona en suero es menos común.

En los últimos años, se ha hecho muy popular la prueba (ELISA) para la identificación de las proteínas de gestación: se trata de una glicoproteína producida por las células binucleadas de la placenta a partir de los 20-21 días de gestación. Esta prueba también es muy precisa para identificar vacas no gestantes (pocos falsos negativos), mucho menos para la identificación de vacas gestantes (hay falsos positivos: en caso de muerte embrionaria, la concentración de esta proteína de gestación permanece elevada durante 15 días después de la muerte del embrión).

Un método indirecto que está adquiriendo importancia en la actualidad, especialmente en ganado vacuno de carne con manejo reproductivo estacional es la determinación de la NO gestación con cDoppler. El Doppler color, se está convirtiendo en una herramienta importante para el diagnóstico de la no gestación (DNG) (*Guimaraes et al., 2015; Siqueira et al., 2013; Viana et al., 2013*), lo que significa predecir la ausencia de gestación antes de que se pueda llegar a un diagnóstico de gestación (DG). Este diagnóstico se basa en la evaluación indirecta del nivel de progesterona producida por el cuerpo lúteo mediante la medición de la superficie de vascularización del CL.

Identificar una vaca no gestante lo antes posible tiene un gran impacto en la economía de la cría, teniendo en cuenta el hecho de que, independientemente del número de lactaciones y días de lactación, una gestación de 30 días cuesta al ganadero unos 300 dólares estadounidenses (*Cabrera, 2012; De Vries, 2006*), mientras que la pérdida de gestación entre 30 y 60 días de gestación cuesta unos 600 dólares estadounidenses. (*De Vries, 2006*). Por lo tanto, la DNG tiene una importancia económica fundamental, ya que permitiría reinseminar vacas no preñadas antes de lo que es posible con una DG tradicional realizada a los 28 días posinseminación (Andrade et al., 2019; Sá Filho et al., 2014). De hecho, con DNG con cDoppler es posible reinseminar vacas de carne, si se encuentran no preñadas, tan pronto como el día 25 post última inseminación, es decir, 7-9 días antes que con la reinseminación clásica, en DG negativa realizada a los 30-32 días post inseminación (*Palhão et al., 2020*). Las tasas de concepción con esta reinseminación a los 25 días son inferiores a las que se consiguen con el procedimiento estándar, es decir, con la DG en modo B a los 30-32 días, sin embargo, la tasa de cubrición será superior y, por lo tanto, en 60 días, es decir, la duración de una temporada de cría, las vacas no gestantes habrán recibido tres inseminaciones en lugar de sólo dos. Por lo tanto, la tasa de preñez será más elevada.

En las vacas lecheras, los animales diagnosticados como no gestantes a los 32 días de la inseminación pueden ser

reinseminados a los 35 días si tienen cuerpo lúteo y a los 42 días de la inseminación si no tienen cuerpo lúteo en el momento de la DP negativa (*Sauls & Stevenson, 2017; Wijma et al., 2017*).

La aplicación del Doppler color para el diagnóstico de las hembra no pregnada.

En el ganado B.taurus, la superficie de un CL gestacional no es inferior a 3,0-3,5 cm2; del mismo modo, un CL gestacional tiene un volumen no inferior a 4.000-4.500 mm3.

El Doppler color permite evaluar la extensión del flujo sanguíneo en el CL. El nivel de progesterona producido por el CL es directamente proporcional no al tamaño del CL, sino al área de vascularización. Un CL con una vascularización < 0,6 -0,7 cm2 es poco probable que pertenezca a una vaca preñada. Esta superficie de vascularización corresponde a un CL que no puede producir más de 4,0 ng/ml de progesterona. Basándose en este principio (progesterona directamente proporcional a la superficie de vascularización), es posible predecir qué animales no están preñados (diagnóstico DNG) el día 18-23 después de la inseminación. (*Giordano et al., 2012; Siqueira et al., 2013; Utt et al., 2009*) o incluso antes del día 13 post-inseminación (*Palhão et al., 2020*). La regresión funcional del CL anticipa en unas 60-72 horas la regresión anatómica del CL (Ginther, 1995; Miyamoto et al., 2005), por lo tanto, a los 18-19 días después de la inseminación, mediante la evaluación de la regresión funcional (reducción de la superficie de vascularización) es posible diagnosticar con muy buena precisión, si la vaca NO está preñada (Ginther, 2007). Desgraciadamente, la presencia de una CL muy vascularizada no permite afirmar con la misma precisión que la vaca está preñada. Un nivel elevado de progesterona a los 18 días post inseminación es normal en el 20% de las vacas lecheras (vacas de 3 ondas), en el 80% de las vacas de carne (el 80% de las vacas de carne son vacas de 3 ondas), pero también en vacas con una fase lútea larga (*Giordano et al., 2012; Ranasinghe et al., 2011*), en vacas con muerte embrionaria después del día 14 post-inseminación (Diskin et al., 2006; McNeill et al., 2006) y en vacas con endometritis subclínica, caracterizada por la persistencia de CL (Peter et al., 2009). En estas vacas, los altos niveles de prostaglandina PGE2 producidos por las células del estroma endometrial bloquean la luteólisis (*Mwaanga & Janowski, 2000*).

Durante el metaestro, la mayoría de las células luteínicas entran en contacto con uno o más capilares, lo que convierte al CL en una de las estructuras más vascularizadas del cuerpo (*Miyamoto et al., 2005*), y en esta fase del ciclo estral, las células endoteliales vasculares representan hasta el 50% de la estructura del CL (*Lei et al., 1991; Miyamoto et al., 2005; O'Shea et al., 1989*). La concentración plasmática de progesterona aumenta, alcanzando un nivel máximo el día 14 del ciclo estral (7,0-8,0 ng/ml) (Herzog et al., 2010), sin embargo, el crecimiento máximo de progesterona se produce entre los días 10 y 14 después de la ovulación, mientras que el crecimiento máximo del volumen del CL se produce entre los días 5 y 10 post ovulación.

Como reflejo del aumento del flujo sanguíneo luteínico, los niveles plasmáticos de progesterona aumentan, alcanzando su máximo en los días 14 y 16 del ciclo estral. (*Tabla 2; Herzog et al., 2010*). En ausencia de reconocimiento materno de la gestación, las células del epitelio endometrial producen prostaglandina PGF2α, la principal luteolisina de la vaca. (*Miyamoto et al., 2005*).

Durante los 3 primeros días de la fase folicular del ciclo (pro-estro), el flujo sanguíneo luteal y la concentración plasmática de progesterona (<1,0 ng/ml) se reducen drásticamente (*Herzog et al., 2010*). A pesar de las diferentes opiniones sobre cuándo realizar el DNG mediante Doppler color, la mayoría de los estudios sugieren que el uso del Doppler para el diagnóstico del DNG es más preciso cuando se realiza entre los días 18-21 post-inseminación. Durante este periodo, en vacas no gestantes, se produce una reducción del flujo sanguíneo del CL que induce una caída drástica de la progesterona (*Bollwein et al., 2016; Lüttgenau & Bollwein, 2014; Scully et al., 2014*). Sin embargo, los autores tienen una opinión diferente: una DNG realizada a los 18 días post-inseminación aún permitiría administrar la prostaglandina PGF2a a vacas no gestantes en presencia de una CL. En efecto, este CL aún podría responder a la administración de prostaglandina PGF2a el día 18. Sin embargo, el gran número de animales que podrían resultar con una alta vascularización del CL, es decir, con una alta producción de progesterona, aunque NO estén preñadas, hace que esta prueba en el día 18 sea poco atractiva para los que trabajan en el campo (bajo coste-beneficio).

El número de ondas foliculares determina cuándo se produce la luteólisis y esto determina la duración del ciclo

estral (*Adams et al., 2008*). Así, en las vacas de dos ondas, la luteólisis completa se produce alrededor del día 16 del ciclo, mientras que en las vacas de tres ondas la luteólisis se produce alrededor del día 19 del ciclo (*Herzog et al., 2010*).

Cuando el diagnóstico de no preñez se realiza mediante Doppler color entre el día 18 y el día 20 post-inseminación, existe el riesgo de encontrar, en vacas no preñadas, un CL con un área de vascularización de 0,3-0,7 cm2 (≥ 25% de vascularización periférica del CL) que sugiera preñez (*Herzog et al., 2010*). Por lo tanto, la precisión del diagnóstico puede verse reducida debido a los falsos positivos (*Utt et al., 2009*).

Para evitar el elevado número de falsos positivos, el examen debe necesariamente retrasarse hasta el día 22-23, cuando tanto en las vacas de 2 ondas como en las de 3 ondas está presente una CL de 2-3 días (vacas de 2 ondas) o un cuerpo hemorrágico (vacas de 3 ondas). En estas vacas es por tanto imposible administrar una prostaglandina PGF2a, debido también a que en el 100% de las vacas no hay FD activo. Por lo tanto, una DNG con cDoppler a los 22-23 días post-inseminación sólo se justifica con una resincronización sistemática con un dispositivo intravaginal de progesterona de liberación lenta, aplicado en el día 16-14 en las vacas de carne, en el día 12 en las vacas lecheras.

Sin embargo, tampoco hay que subestimar la posibilidad de que existan diferencias individuales en la superficie de vascularización del CL: esto complica aún más la definición del mejor momento para realizar el DNG (*Herzog et al., 2011; Lüttgenau & Bollwein, 2014; Utt et al., 2009*).

A pesar de estas limitaciones, el Doppler color para el diagnóstico de NPD entre los 22-23 días es interesante y la precisión puede mejorarse combinándolo con la evaluación ecográfica (modo B) de la estratigrafía uterina y el volumen de CL.

Tabla 2. Superficie de vascularización (flujo sanguíneo luteínico) y niveles de progesterona en función del día del ciclo (*Herzog et al., 2010*)

Día	$P_{4\ (ng/ml)}$	LBF (cm^2)
4	1.7	0.3
7	4.0	0.7
14	7.3	1.3
16	7.1	1.2
17	5.4	1.0
18	2.7	0.7
19	0.8	0.2
20	0.6	0.1
21	0.5	0.1

Conclusiones

El DNG se basa en la determinación de la superficie de vascularización del CL mediante Doppler pulsado (color o power).

La ecografía tradicional (modo B) permite realizar una DG de 28 días, mientras que el Doppler permite realizar una DNG de 22-23 días. Este método, sin embargo, está ligado a una resincronización de todas las vacas, que en esencia, sólo se justifica (coste-beneficio) en una gestión reproductiva estacional (época de cría), donde en 9 semanas en teoría el 100% del rebaño productivo está preñado.

No obstante, esta técnica también podría aplicarse fuera de la gestión estacional de la reproducción, en pequeñas

explotaciones lecheras en las que es posible un enfoque individual de la gestión de la reproducción. Los avances tecnológicos podrían hacer posible la creación de ecógrafos con inteligencia artificial incorporada para traducir automáticamente la superficie vascular del cuerpo lúteo en ng/ml de progesterona. De este modo, el DNG sería más sencillo y de aplicación más práctica para la gestión reproductiva rutinaria de las reproductoras.

Bibliografía

1. Gnemmi, G. (2004a). Valutazione ecografica della diagnosi precoce digravidanza. In G. Gnemmi (Ed.), Atlante di ultrasonografia ginecologica buiatrica (Ist ed., pp. 21–27). Le Point Vétérinaire Italie srl
2. Gnemmi, G., & Maraboli, C. (2008). Diagnosi ultrasonografica precoce di gravidanza. Considerazioni pratiche. Summa, 3, 1–6.
3. Munoz del Real, L. M., Valencia, G. L., Corral, A., & Renteria, T. (2006). Evaluation of ultrasound for pregnancy diagnosis between 20 and 40 days post insemination in dairy cows. Journal of Animal and Veterinary Advances, 5, 949–957.
4. Pierson, R. A., & Ginther, O. J. (1984). Ultrasonography for detection of pregnancy and study of embryonic development in heifers. Theriogenology, 22, 225–233.
5. Ginther, O. J. (1995). Luteal glands. In O. J. Ginther (Ed.), Ultrasonic imaging and animal reproduction: Cattle (1st ed., pp. 59–71). Equiservices Publishing.
6. De Vries, A. (2006). Economic value of pregnancy in dairy cattle. Journal of Dairy Science, 89, 3876–3885.
7. Guimaraes, C. R. B., Oliveira, M. E., Rossi, J. R., Fernandes, C. A. C., Viana, J. H. M., & Palhao, M. P. (2015). Corpus luteum blood flow evaluation on day 21 to improve the management of embryo recipient herds. Theriogenology, 84, 237–241.
8. Siqueira, L. G. B., Areas, V. S., Ghetti, A. M., Fonseca, J. F., Palhao, M. P., Fernandes, C. A. C., & Viana, J. H. M. (2013). Color Doppler flow imaging for the early detection of nonpregnant cattle at 20 days after timed artificial insemination. Journal of Dairy Science, 96, 6461–6472.
9. Viana, J. H. M., Arashiro, E. K. N., Siqueira, L. G. B., Ghetti, A. M., Areas, V. S., Guimaraes, C. R. B., Palhao, M. P., Camargo, L. S. A., & Fernandes, C. A. C. (2013). Doppler ultrasonography as a tool for ovarian management. Animal Reproduction, 10, 215–222.
10. Cabrera, V. E. (2012). A simple formulation and solution to the replacement problem: A practical tool to assess the economic cow value, the value of a new pregnancy, and the cost of a pregnancy loss. Journal of Dairy Science, 95, 4683–4698.
11. Andrade, J. P. N., Andrade, F. S., Guerson, Y. B., Domingues, R. R., Gomez-León, V. E., Cunha, T. O., Jacob, J. C. F., Sales, J. N., Martins, J. P. N., & Mello, M. R. B. (2019). Early pregnancy diagnosis at 21 days post artificial insemination using corpus luteum vascular perfusion compared to corpus luteum diameter and/or echogenicity in Nelore heifers. Animal Reproduction Science, 209, 106–144.
12. Sá Filho, M. F., Marques, M. O., Girotto, R., Santos, F. A., Sala, R. V., Barbuio, J. P., & Baruselli, P. S. (2014). Resynchronization with unknown pregnancy status using progestin-based timed artificial insemination protocol in beef cattle. Theriogenology, 81, 284–290.
13. Palhão, M. P., Ribeiro, A. C., Martins, A. B., Guimarães, C. R. B., Alvarez, R. D., Seber, M. F., Fernandes, C. A. C., Neves, J. P., & Viana, J. H. M. (2020). Early resynchronization of non-pregnant beef cows based in corpus luteum blood flow evaluation 21 days after timed-AI. Theriogenology, 146, 26–30.
14. Sauls, J. A., & Stevenson, J. S. (2017). Resynchronization of lactating dairy cows at open pregnancy diagnosis based on the presence or absence of a corpus luteum: A practical approach. Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports, 3, 1–9.
15. Wijma, R., Stangaferro, M. L., Masello, M., Granados, G. E., & Giordano, J. O. (2017). Resynchronization of ovulation protocols for dairy cows including or not including gonadotropin-releasing hormone to induce a new follicular wave: Effects on re-insemination pattern, ovarian responses, and pregnancy outcomes. Journal of Dairy Science, 100, 7613–7625.
16. Giordano, J. O., Guenther, J. N., Lopes, G., Jr., & Fricke, P. M. (2012). Changes in serum pregnancy-associated glycoprotein, pregnancy-specific protein B, and progesterone concentrations before and after induction of pregnancy loss in lactating dairy cows. Journal of Dairy Science, 95, 683–697.

17. Utt, M. D., Johnson, G. L., & Beal, W. E. (2009). The evaluation of corpus luteum blood flow using color-flow Doppler ultrasound for early pregnancy diagnosis in bovine embryo recipients. Theriogenology, 71, 707–715.
18. Miyamoto, A., Shirasuna, K., Wijayagunawardane, M. P. B., Watanabe, S., Hayashi, M., Yamamoto, D., Matsui, M., & Acosta, T. J. (2005). Blood flow: A key regulatory component of corpus luteum function in the cow. Domestic Animal Endocrinology, 29, 329–339.
19. Ginther, O. J. (2007). Luteal blood flow. In O. J. Ginther (Ed.), Ultrasonic imaging and animal reproduction: Color-Doppler ultrasonography (1st ed., pp. 115–148). Equiservices Publishing.
20. Ranasinghe, R. M., Nakao, T., Yamada, K., Koike, K., Hayashi, A., & Dematawewa, C. M. (2011). Characteristics of prolonged luteal phase identified by milk progesterone concentrations and its effects on reproductive performance in Holstein cows. Journal of Dairy Science, 94, 116–127.
21. Diskin, M. G., Murphy, J. J., & Sreenan, J. M. (2006). Embryo survival in dairy cows managed under pastoral conditions. Animal Reproduction Science, 96, 297–311.
22. McNeill, R. E., Diskin, M. G., Sreenan, J. M., & Morris, D. G. (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.
23. Peter, A. T., Vos, P. L., & Ambrose, D. J. (2009). Postpartum anestrus in dairy cattle. Theriogenology, 71, 1333–1342.
24. Mwaanga, E., & Janowski, T. (2000). Anoestrus in dairy cows: Causes, prevalence and clinical forms. Reproduction in Domestic Animals, 35, 193–200.
25. Lei, Z. M., Chegini, N., & Rao, C. V. (1991). Quantitative cell composition of human and bovine corpora lutea from various reproductive states. Reproductive Biology, 44, 1148–1156.
26. O'Shea, J. D., Rodgers, R. J., & D'Occhio, M. J. (1989). Cellular composition of the cyclic corpus luteum of the cow. Journal of Reproduction and Fertility, 85, 483–487.
27. Herzog, K., Brockhan-Lüdemann, M., Kaske, M., Beindorff, N., Paul, V., Niemann, H., & Bollwein, H. (2010). Luteal blood flow is a more appropriate indicator for luteal function during the bovine estrous cycle than luteal size. Theriogenology, 73, 691–697.
28. Bollwein, H., Heppelmann, M., & Lüttgenau, J. (2016). Ultrasonographic Doppler use for female reproduction management. Veterinary Clinics: Food Animal Practice, 32, 149–164.
29. Lüttgenau, J., & Bollwein, H. (2014). Evaluation of bovine luteal blood flow by using color Doppler ultrasonography. Reproductive Biology, 14, 103–109.
30. Scully, S., Butler, S. T., Kelly, A. K., Evans, A. C. O., Lonergan, P., & Crowe, M. A. (2014). Early pregnancy diagnosis on days 18 to 21 postinsemination using high-resolution imaging in lactating dairy cows. Journal of Dairy Science, 97, 3542–3557.
31. Herzog, K., Voss, C., Kastelic, J. P., Beindorff, N., Paul, V., Niemann, H., & Bollwein, H. (2011). Luteal blood flow increases during the first three weeks of pregnancy in lactating dairy cows. Theriogenology, 75, 549–554.

NUEVOS CONCEPTOS EN LA NUTRICIÓN DE TERNEROS: CALOSTRO

A. Fischer-Tlustos, H. McCarthy, M.A. Steele

Department of Animal Biosciences, Animal Science and Nutrition, University of Guelph, Guelph, ON, Canada N1G 1Y2

La gestión nutricional de los terneros jóvenes puede tener efectos a corto y largo plazo, desde influir en las tasas de morbilidad y mortalidad antes y después del destete (Urie et al., 2018) hasta en la eficiencia reproductiva y la producción de leche en la primera lactancia (Faber et al., 2005; Soberon et al., 2012; Gelsinger et al., 2015). La alimentación con calostro no es una excepción a esta regla, y un reciente estudio estadounidense ha demostrado que la alimentación con volúmenes adecuados de calostro de alta calidad es crucial para la salud y la productividad de los terneros (Lombard et al., 2020). Aunque la importancia de la alimentación con calostro para proporcionar suficiente inmunoglobulina G (**IgG**) es bien conocida, existen multitud de factores que pueden influir en el éxito de la transferencia de inmunidad pasiva (**TPI**). Además, trabajos recientes han descubierto que el calostro contiene abundantes moléculas bioactivas que desempeñan un papel clave en la promoción de la salud y el desarrollo de los terneros. Los beneficios de estos compuestos pueden incluso prolongarse más allá del primer día de vida cuando se administran en la leche de transición (**LT**) o se complementan con una dieta láctea tradicional. Por desgracia, las concentraciones de moléculas bioactivas, incluidas las IgG, en el calostro y la LT varían enormemente y aún no se han descubierto estrategias preparto para optimizar su síntesis y secreción. Por ello, describiremos el proceso de síntesis del calostro y las posibles estrategias previas al parto que pueden afectar a esta síntesis, las estrategias de alimentación con calostro para maximizar la TPI, el desarrollo inmunitario e intestinal, y los efectos de la LT y la prolongación de la alimentación con calostro más allá del primer día de vida sobre la salud de los terneros.

Colostrogénesis - Estrategias para optimizar la composición del calostro

Existe una variación sustancial en el rendimiento de calostro en el ganado lechero (Cabral et al., 2016), donde la producción insuficiente es más común que la sobreproducción (Westoff et al., 2022). Por ello, abundan las investigaciones que caracterizan los factores previos al parto que influyen en el rendimiento del calostro. Estos factores incluyen la paridad, la duración del período seco, el índice de temperatura y humedad, el fotoperíodo, el sexo del animal, el rendimiento lechero previo y la genética (Soufleri et al., 2021; Westoff et al., 2022; Rossi et al., 2023). Desafortunadamente, la mayoría de estos factores no se pueden modificar (es decir, la paridad, el medio ambiente) o tienen un desfase temporal asociado que retrasa su aplicación inicial en las explotaciones (es decir, la selección genética) (Hare et al., 2023). Sin embargo, la ingesta de nutrientes antes del parto es un objetivo fácil de modificar que ha demostrado su potencial para alterar el proceso de producción de calostro. Nuestro grupo ha analizado ampliamente este concepto en un estudio reciente (Hare et al., 2023), en el que se describe cómo las proporciones de almidón:FND en la dieta previa al parto y la inclusión de grasa afectan significativamente a la composición del calostro, mientras que el contenido de proteína en la dieta previa al parto no parece tener ningún efecto en el proceso de síntesis del calostro. En resumen, el aumento de la grasa y el almidón en la dieta no tiene ningún efecto sobre el rendimiento del calostro. Sin embargo, el aumento de la grasa tiene efectos positivos en las concentraciones de IgG del calostro, al tiempo que se reduce el contenido de grasa. Por el contrario, se ha demostrado que el aumento de la relación almidón:FDN reduce las concentraciones de IgG en el calostro. Por lo tanto, aunque el rendimiento del calostro no parece verse afectado por las estrategias dietéticas previas al parto, estas estrategias pueden ser un objetivo fácil de modificar para alterar la composición del calostro y mejorar la TPI y el metabolismo del ternero.

La mayoría de los trabajos anteriores resumen el efecto de la ingesta de nutrientes antes del parto únicamente sobre la producción de calostro, su composición (es decir, grasa, proteína, lactosa, sólidos totales) y el contenido de IgG. Sin embargo, están surgiendo investigaciones que demuestran que la nutrición durante el periodo seco también puede influir en las concentraciones de compuestos bioactivos, siendo las alteraciones en las proporciones de almidón:FDN la estrategia mejor caracterizada. Demostramos que el aumento del contenido de almidón en la dieta aumenta sistemáticamente las concentraciones de insulina en el calostro (Fischer-Tlustos et

al. 2021; Fischer-Tlustos et al., 2022a), en consonancia con investigaciones anteriores (Mann et al., 2016). Sin embargo, el aumento del almidón en la dieta también reduce las concentraciones de oligosacáridos bioactivos, incluida la 3'sialilactosa (3'SL; Fischer-Tlustos et al., 2022b), así como la vitamina B12 (Duplessis et al., 2015). Los estudios actuales demuestran que la composición del calostro y la síntesis de compuestos bioactivos pueden modificarse mediante la gestión de la dieta antes del parto, específicamente a través de alteraciones en las proporciones de almidón:FDN; sin embargo, es necesario seguir trabajando para determinar los mecanismos específicos de la glándula mamaria que son responsables de los cambios observados con el fin de optimizar la síntesis del calostro para lograr el máximo beneficio para la salud y el desarrollo de los terneros.

Aunque multitud de estudios pretenden determinar los factores nutricionales y de gestión previos al parto que influyen en la síntesis del calostro, sigue habiendo escasa información relacionada con el proceso de colostrogénesis a nivel de la glándula mamaria de la vaca. En concreto, se desconoce el momento exacto del inicio de la colostrogénesis, aunque diversas investigaciones afirman que este proceso puede comenzar entre 3 y 7 semanas después del parto (Brandon et al., 1971; Sasaki et al., 1976; Barrington et al., 2001). Además, los procesos metabólicos y endocrinos que pueden desencadenar el proceso de síntesis del calostro están aún por dilucidar. En la actualidad, la colostrogénesis se define como el proceso por el cual la inmunoglobulina G (IgG) se transfiere de la circulación a la glándula mamaria (Barrington et al., 2001), de tal forma que las concentraciones de IgG en la secreción mamaria son superiores a las del suero. El transporte de la IgG del suero a la glándula mamaria alcanza su punto máximo de 1 a 3 días antes del parto (Brandon et al., 1971; Sasaki et al., 1976); sin embargo, un trabajo reciente y no publicado de nuestro grupo demostró que la actividad metabólica de la glándula mamaria, estimada por el flujo sanguíneo de las venas de la leche, aumenta desde 1 semana antes del parto. Las discrepancias entre estos estudios pueden deberse simplemente a la inadecuada definición de "colostrogénesis", que requiere una actualización para incluir la síntesis de los abundantes componentes y factores bioactivos que constituyen el calostro más allá de la transferencia de la IgG mamaria.

Garantizar la transferencia de la inmunidad pasiva

La placenta bovina impide la transferencia pasiva de IgG al ternero en el útero y, como resultado, el ternero neonato nace inmunodeficiente. Por lo tanto, la ternera depende de la alimentación a tiempo de volúmenes adecuados de calostro de alta calidad para garantizar el éxito de la TPI. En los últimos 10 años, se ha recomendado la administración de 3-4 L de calostro que contenga > 50 g de IgG/L en las primeras 2 horas de vida (Godden et al., 2019). Sin embargo, el fracaso de la TPI (FTPI) se definió previamente como un punto de corte dicotómico de <10 g de IgG/L en suero de ternera lo que significa FTPI, mientras que >10 g de IgG/L indica una TPI exitosa. Este punto de corte ha sido reevaluado recientemente, demostrando que no hay diferencias en la mortalidad entre terneros con una IgG sérica de <10 g/L o entre 10-17,9 g/L (Lombard et al., 2020). Basándose en este ensayo animal de elevada replicación en EE.UU. (Lomard et al., 2020), se han definido nuevos puntos de corte de la IgG sérica como: TPI excelente (>25,0 g/L), TPI bueno (18,0-24,9 g/L), TPI regular (10,0-17,9 g/L) y TPI deficiente (<10,0 g/L). Mientras los productores se esfuerzan por alcanzar la categoría de TPI "excelente" para la mayoría de los terneros, se deben replantear las recomendaciones básicas previas de alimentación con calostro, ya que alimentar con 3-4 L de calostro de alta calidad dentro de las primeras horas de vida a menudo no resulta en que el 100% de los terneros alcancen un TPI "excelente". Además, es necesario investigar los factores fisiológicos y de desarrollo que influyen en la tasa de TPI en el ternero neonato para mejorar nuestra capacidad de maximizar la transferencia intestinal de IgG con el fin de favorecer la salud y el desarrollo del ternero.

Es bien sabido que después de las 24 horas de vida, el intestino ya no es permeable a las IgG, por lo que la alimentación oportuna con calostro es uno de los factores más críticos para garantizar la TPI. Desafortunadamente, el 41 y el 23% de los productores señalan que solo proporcionan calostro ocasionalmente o nunca durante la noche, que es cuando se producen la mayoría de los partos (Winder et al., 2018). Estudios anteriores han demostrado que las concentraciones séricas de IgG disminuyen linealmente cuando la alimentación con calostro se retrasa después del nacimiento (Stott et al., 1979; Bush y Staley et al., 1980). Sin embargo, Fischer et al. (2018) fue el primer estudio en determinar el efecto de retrasar la alimentación con calostro teniendo en cuenta las recomendaciones actuales de alimentación con calostro (~3,2 L, 198 g de IgG) y estandarizando la ingesta de calostro según el peso corporal (**PC**) al nacer. Los resultados demostraron que la

alimentación con calostro en la primera hora de vida dio lugar a las mayores concentraciones séricas de IgG (22,3 mg/mL) en comparación con los terneros alimentados a las 6 y 12 horas, que no presentaron diferencias (17,0 mg/mL). Así, los terneros alimentados a las 6 y 12 horas de vida se caracterizaron como TPI "regular" ("fair"), y por lo tanto estarían en alto riesgo de enfermedad y muerte en comparación con sus homólogos alimentados precozmente.

En el estudio antes mencionado, los terneros alimentados con ~198 g de IgG (72 g de IgG/L) en el plazo de 1 hora de vida sólo pudieron alcanzar la categoría "buena" de TPI, lo que subraya la necesidad de seguir buscando estrategias para mejorar la transferencia intestinal de la IgG. Una de estas estrategias puede consistir en aumentar la cantidad de la IgG suministrada a la ternera, posiblemente mediante el enriquecimiento del calostro materno. Es probable que esta práctica pueda aplicarse ampliamente en las explotaciones, ya que no todas las vacas producen calostro con un alto contenido de IgG (Baumrucker at al., 2010), lo que limita la capacidad de los productores para alimentar a los terneros con mayores masas totales de IgG. López et al. (2023) alimentaron terneros con calostro materno de calidad baja (30 g/L), media (60 g/L) o alta (90 g/L), calostro enriquecido-medio (bajo + CR = 60 g/L) o calostro enriquecido-alto (medio + CR = 90 g/L). Se determinó que las concentraciones séricas de IgG aumentaban en los terneros alimentados con calostro de baja calidad suplementado con CR en comparación con los terneros alimentados con calostro materno de baja calidad. Por el contrario, las concentraciones séricas de IgG no difirieron entre los terneros alimentados con calostro materno de calidad media y con CR suplementada con calostro de calidad media. Por lo tanto, el calostro de baja calidad tiene el potencial de ser enriquecido con CR para mejorar las concentraciones de IgG en el suero del ternero (López et al., 2023), mientras que el enriquecimiento de calostro de calidad media no parece conferir el mismo beneficio que la alimentación con calostro materno con altas concentraciones (90 g/L) de IgG.

Aunque la administración de mayores concentraciones y masa de IgG se acepta generalmente como la mejor práctica, estudios anteriores han demostrado que la eficiencia media de absorción de la IgG (**AEA**) tiene una correlación negativa tanto con la masa como con el volumen (Besser et al., 1985; Saldana et al., 2019). Se cree que esto ocurre debido a las limitaciones fisiológicas del intestino del neonato para absorber la IgG en un periodo específico, comúnmente denominado "saturación intestinal" (Besser et al., 1985; Saldana et al., 2019). Por lo tanto, planteamos la hipótesis de que la reducción de la masa de la IgG suministrada en la alimentación inicial con calostro aumentaría la AEA (López et al., 2022). Los terneros fueron cebados con un total de ~ 380 g de IgG en 2 comidas de calostro a las 0 h y 12 h (258 g y 129 g de IgG, respectivamente) o 3 comidas de calostro a las 0 h, 6 h y 12 h (127 g de IgG por comida; López et al., 2022). Nuestros resultados sugirieron que una mayor frecuencia de administración de calostro no se tradujo en un aumento de la concentración sérica de la IgG ni de la AEA (López et al., 2022). Sin embargo, es posible que deban administrarse mayores niveles de calostro en una sola comida para alcanzar la saturación intestinal y, por tanto, poder observar estos beneficios.

La capacidad de los compuestos del calostro para generar un intestino neonato sano

El calostro es fundamentalmente conocido por su papel en el suministro de TPI; sin embargo, el calostro también desempeña un papel fundamental en la formación de un microbioma intestinal sano, que es crítico para el desarrollo y la maduración adecuados del intestino. Como tal, la disbiosis microbiana puede conducir a un mayor riesgo de disfunción digestiva, la principal causa de morbilidad y mortalidad de los terneros antes del destete. La alimentación con calostro durante las primeras horas de vida acelera la colonización bacteriana del intestino delgado de los terneros neonatos en comparación con los terneros no alimentados con calostro (Malmuthuge et al., 2015). Además, retrasar la primera alimentación con calostro a las 12 h de vida puede reducir la prevalencia de bacterias beneficiosas, Bifidobacteria y Lactobacillus, en comparación con los terneros alimentados en la primera hora de vida (Fischer et al., 2018). Asimismo, se encontraron asociaciones entre la alimentación tardía con calostro y la prevalencia de patógenos oportunistas, Enterococcus y Streptococcus (Ma et al., 2019). En conjunto, está claro que el consumo de calostro es esencial para el desarrollo de un microbioma intestinal sano en los días inmediatamente anteriores al nacimiento.

Es posible que la alimentación con calostro pasteurizado confiera incluso mayores beneficios al desarrollo microbiano intestinal de los terneros que la alimentación con calostro materno fresco. En concreto, la

alimentación con calostro pasteurizado aumentó la prevalencia de *Bifidobacterias* en el intestino delgado en comparación con los terneros alimentados con calostro fresco (Malmuthuge et al., 2015), lo que puede explicar la menor prevalencia de infecciones entéricas en estudios a gran escala en los que se suministró calostro pasteurizado (Godden et al., 2012). Una investigación más detallada sobre la composición del calostro pasteurizado en el estudio antes mencionado (Malmuthuge et al., 2015) reveló que la pasteurización del calostro aumentó los niveles de 3'sialilactosa (**3'SL**), el oligosacárido (**OS**) primario en el calostro bovino, en 3 veces respecto al calostro fresco (Fischer et al., 2018b). Los OS del calostro son bien conocidos por su papel como sustratos energéticos para las bacterias beneficiosas, incluidas las Bifidobacterias, del intestino del neonato. Hasta la fecha, se han identificado más de 200 OS bovinos (Gray et al., 2020), con concentraciones de 3'SL hasta 72 veces superiores a las concentraciones en la leche entera (Fischer-Tlustos et al., 2020). La investigación en lactantes e in vitro ha demostrado previamente el impacto positivo de los OS de la leche sobre la barrera intestinal y la función inmune (Chiclowski et al., 2012), así como la transferencia intestinal de la IgG (Gill et al., 1999); sin embargo, la utilidad de toda la gama de OS presentes en el calostro bovino y su efecto sobre la fisiología, el desarrollo y la inmunidad de los terneros neonatos, aún no se ha dilucidado.

Leche de transición y calostro después de los primeros días de vida

Aunque la IgG decae rápidamente tras el primer ordeño, las concentraciones y los rendimientos de moléculas bioactivas se mantienen en concentraciones elevadas en la leche de transición (**TM**; ordeños 2-6) en comparación con la leche entera. Por ejemplo, la TM contiene niveles elevados de insulina (Blum y Hammon, 2000), oligosacáridos (Fischer-Tlustos et al., 2020) e IgG (Fischer-Tlustos et al., 2020) en comparación con la leche entera. El efecto beneficioso de prolongar la administración de estas moléculas bioactivas más allá del primer día de vida quedó demostrado en nuestro estudio anterior (Pyo et al., 2020), en el que la alimentación con una mezcla de calostro y leche entera 1:1 para imitar la alimentación con TM produjo un aumento de la superficie del intestino delgado y de la proliferación celular en segmentos intestinales específicos a los 3 días de vida, frente a la alimentación con leche entera después de la toma inicial de calostro. Además, la alimentación con esta mezcla de TM aumentó la concentración de la IgG a las 24 h de vida, así como la persistencia de la IgG, comparado con la alimentación con leche entera (Hare et al., 2020). Para determinar si unas estrategias de alimentación similares afectarían a la salud de los terneros, se llevó a cabo un ensayo posterior en el que se alimentó a los terneros con un sustituto de la leche (**MR**), una mezcla 1:1 de MR:CR durante los días 1 y 2 (**TRAN**), una mezcla de 9:1 de MR:CR durante los días 1 a 14 (**EXT**), o una combinación de ambas dietas en la que los terneros recibían la dieta TRAN y, a continuación, la dieta EXT durante los días 3 a 14 (**TRAN+EXT**) (McCarthy et al., en prensa). Este estudio descubrió que tanto la dieta EXT como la TRAN reducían el riesgo de diarrea y mortalidad en el periodo anterior al destete (McCarthy et al., In Press). Desgraciadamente, muchos productores descartan la TM y alimentan a los terneros con leche entera o MR directamente después de la primera toma de calostro. Por lo tanto, estos productores pueden estar perdiendo oportunidades de mejorar la salud intestinal de los terneros y su salud antes del destete. La falta de información en torno a la alimentación con TM pone de relieve la necesidad de seguir investigando las funciones de los compuestos bioactivos específicos que se encuentran en la TM sobre el metabolismo y el desarrollo intestinal en el ternero recién nacido, desarrollando potencialmente estrategias de TM para mejorar la salud de los terneros.

Aparte de la utilidad de suplementar el calostro durante las 2 primeras semanas de vida, puede ser posible utilizar la amplia gama de moléculas bioactivas presentes en el calostro como terapia para la causa más común de morbilidad y mortalidad de los terneros antes del destete: la diarrea. En concreto, la diarrea predestete causa el 56% de la morbilidad y el 32% de la mortalidad en las explotaciones lecheras de Estados Unidos (Urie et al., 2018), lo que se traduce en pérdidas económicas y de producción a largo plazo, incluida la reducción de la producción de leche y la fertilidad durante la primera lactancia (Abuelo et al., 2021). Debido a la preocupación mundial en torno al uso excesivo de antimicrobianos en los terneros, y su posible relación con la disfunción intestinal y los efectos inmunocomprometidos de larga duración (Helander y Fändriks, 2014; Oultram et al., 2015; Van Vleck Pereira et al., 2016), se hace necesario buscar alternativas. El calostro se ha utilizado como terapia para numerosas enfermedades, incluida la diarrea, en humanos (Kim et al., 2009; Rathe et al., 2014; Ulfman et al., 2018). Por lo tanto, nos propusimos utilizar el calostro bovino como una alternativa potencial a los antimicrobianos para tratar

la diarrea de los terneros, lo que demostró que los terneros alimentados con una mezcla 1:1 de MR:CR durante 4 días después de la aparición de la diarrea resolvieron su diarrea 1,4 días antes y tuvieron un aumento de 0,1 kg/d en la ganancia media diaria antes del destete en comparación con los terneros que permanecieron con MR después de la aparición de la diarrea (Carter et al., 2022). Así pues, puede resultar posible utilizar el calostro como terapia eficaz contra la diarrea; no obstante, las investigaciones futuras deberán centrarse en determinar la dosis y la duración más eficaces de la alimentación con calostro.

De forma similar a la alteración metabólica y fisiológica causada por un ataque de diarrea, la transición del destete también puede ser bastante estresante y se observan con frecuencia descensos en el ADG y la ingesta. Estos efectos negativos suelen atribuirse a que los terneros no pueden absorber correctamente el alimento sólido debido al escaso desarrollo del rumen (Eckert et al., 2015). El estudio mencionado anteriormente (McCarthy et al., In Press) demostró que la suplementación con calostro más allá del primer día de vida puede aumentar el desarrollo intestinal y el ADG, por lo que realizamos un estudio para determinar si la suplementación con calostro puede ayudar a mitigar la depresión del crecimiento observada habitualmente durante el destete. Nuestros resultados mostraron que la alimentación con una mezcla 1:3 de CR:MR durante una transición abrupta de destete a de 1 semana en la semana 8 de vida resultó en mayores pesos corporales en las semanas 11 y 12 de vida (Edwards et al., datos no publicados). Especulamos que la suplementación con calostro puede mitigar algunos de los efectos negativos del destete (Edwards et al., datos no publicados), pero el objetivo de futuros estudios debería ser conocer mejor la dosis y la duración efectivas de la suplementación, así como determinar si hay beneficios más allá de la semana 12.

Conclusión

De las investigaciones mencionadas se desprende claramente que los efectos beneficiosos del calostro van mucho más allá de garantizar la TPI, ya que sus moléculas bioactivas promueven comunidades bacterianas intestinales sanas y mejoran la salud de los terneros cuando se les suministra más allá del primer día de vida. Sin embargo, las estrategias para maximizar la TPI siguen siendo de la máxima importancia, dada la necesidad de seguir investigando para determinar estrategias de alimentación con calostro que garanticen que todos los terneros alcanzan una TPI "excelente" para optimizar su desarrollo y su salud. Nuevas líneas de investigación que determinen estrategias dietéticas preparto para maximizar el contenido de la IgG del calostro pueden ayudar a aliviar las altas tasas de FTPI, así como determinar vías para optimizar las concentraciones de moléculas bioactivas adicionales, incluyendo OS, insulina y vitaminas. En conjunto, este cúmulo actual de investigaciones, junto con las investigaciones sobre las lagunas de conocimiento señaladas anteriormente, permitirán a los representantes de la industria y a los productores tomar decisiones informadas que promuevan la salud, el bienestar y la productividad de los terneros antes del destete para garantizar el éxito a largo plazo de la industria lechera mundial.

Referencias

Abuelo, A., F. Cullens, and J. L. Brester. 2021. Effect of preweaning disease on the reproductive performance and first-lactation milk production of heifers in a large dairy herd. J. Dairy Sci. 104:7008– 7017.

Baldwin, R.L., K.R. McLeod, J.L. Klotz, and R.N. Heitmann. 2004. Rumen development, intestinal growth and hepatic metabolism in the pre- and postweaning ruminant. J. Dairy Sci. 87 (E. Suppl.): E55-E65.

Baumrucker, C. R., A. M. Burkett, A. L. Magliaro-Macrina, and C. D. Dechow. 2010. Colostrogenesis: Mass transfer of immunoglobulin G1 into colostrum. J. Dairy Sci. 93:3031–3038.

Besser, T. E., A. E. Garmedia, T. C. McGuire, and C. C. Gay. 1985. Effect of colostral immunoglobulin G1 and immunoglobulin M concentrations on immunoglobulin absorption in calves. J. Dairy Sci. 68:2033–2037.

Blum, J. W., and H. Hammon. 2000. Colostrum effects on the gastrointestinal tract, and on nutritional, endocrine and metabolic parameters in neonatal calves. Livest. Prod. Sci. 66:151–159.

Carter, H.S.M., M.A. Steele, J.H.C. Costa, and D.L. Renaud. 2022. Evaluating the effectiveness of colostrum as a therapy for diarrhea in preweaned calves. J. Dairy Sci. 105: 9982-9994.

Carter, H. S. M., D. L. Renaud, M. A. Steele, A. J. Fischer-Tlustos, and J. H. C. Costa. 2021. A narrative review on the unexplored potential of colostrum as a preventative treatment and therapy for diarrhea in neonatal dairy calves. Animals (Basel) 11:2221.

Eckert, E., H. E. Brown, K. E. Leslie, T. J. DeVries, and M. A. Steele. 2015. Weaning age affects growth, feed intake, gastrointestinal development, and behaviour in Holstein calves fed an elevated plane of nutrition during the preening stage. J. Dairy Sci. 98:6315-6326.

Fischer-Tlustos, A. J., K. Hertogs, J. K. van Niekerk, M. Nagorske, D. M. Haines, and M. A. Steele. 2020. Oligosaccharide concentrations in colostrum, transition milk, and mature milk of primi- and multiparous Holstein cows during the first week of lactation. J. Dairy Sci. 103:3683–3695.

Hare, K. S., S. Pletts, J. Pyo, D. Haines, L. L. Guan, and M. Steele. 2020. Feeding colostrum or a 1:1 colostrum:whole milk mixture for 3 days after birth increases serum immunoglobulin G and apparent immunoglobulin G persistency in Holstein bulls. J. Dairy Sci. 103:11833–11843.

Helander, H. F., and L. Fändriks. 2014. Surface area of the digestive tract-revisited. Scand. J. Gastroenterol. 49:681–689.

Kim, J. H., W. S. Jung, N. J. Choi, D. O. Kim, D. H. Shin, and Y. J. Kim. 2009. Health-promoting effects of bovine colostrum in Type 2 diabetic patients can reduce blood glucose, cholesterol, triglyceride and ketones. J. Nutr. Biochem. 20:298–303.

Lombard, J., N. Urie, F. Garry, S. Godden, J. Quigley, T. Earleywine, S. McGuirk, D. Moore, M. Branan, M. Chamorro, G. Smith, C. Shivley, D. Catherman, D. Haines, A. J. Heinrichs, R. James, J. Maas, and K. Sterner. 2020. Consensus recommendations on calf- and herd-level passive immunity in dairy calves in the United States. J. Dairy Sci. 103:7611–7624.

Lopez, A. J., T. T. Yohe, J. Echeverry-Munera, M. Nagorske, D. L. Renaud, and M. A. Steele. 2022. Effects of a low- or high-frequency colostrum feeding protocol on immunoglobulin G absorption in newborn calves. J. Dairy Sci. 105:6318–6326.

Lopez, A.J., J. Echeverry-Munera, H. McCarthy, A.C. Welboren, A. Pineda, M. Nagorske, D.L. Renaud, and M.A. Steele. 2023. Effects of enriching IgG concentration in low- and medium-quality colostrum with colostrum replacer on IgG absorption in newborn Holstein calves. J. Dairy Sci. 106: 3680-3691.

McCarthy, H.R., M.C. Cantor, A.J. Lopez, A. Pineda, M. Nagorske, D.L. Renaud, and M.A. Steele. In Press. Effects of supplementing colostrum beyond the first day of life on growth and health parameters of preweaning Holstein heifers. J. Dairy Sci.

Oultram, J., E. Phipps, A. G. V. Teixeira, C. Foditsch, M. L. Bicalho, V. S. Machado, R. C. Bicalho, and G. Oikonomou. 2015. Effects of antibiotics (oxytetracycline, florfenicol or tulathromycin) on neonatal calves' faecal microbial diversity. Vet. Rec. 177:598.

Pyo, J., K. Hare, S. Pletts, Y. Inabu, D. Haines, T. Sugino, L. L. Guan, and M. Steele. 2020. Feeding colostrum or a 1:1 colostrum: milk mixture for 3 days postnatal increases small intestinal development and minimally influences plasma glucagon-like peptide-2 and serum insulin-like growth factor-1 concentrations in Holstein bull calves. J. Dairy Sci. 103:4236–4251.

Rathe, M., K. Müller, P. T. Sangild, and S. Husby. 2014. Clinical applications of bovine colostrum therapy: A systematic review. Nutr. Rev. 72:237–254.

Saldana, D. J., S. L. Gelsinger, C. M. Jones, and A. J. Heinrichs. 2019. Effect of different heating times of high-, medium-, and low-quality colostrum on immunoglobulin G absorption in dairy calves. J. Dairy Sci. 102:2068–2074.

Ulfman, L. H., J. H. W. Leusen, H. F. J. Savelkoul, J. O. Warner, and R. J. J. van Neerven. 2018. Effects of bovine immunoglobulins on immune function, allergy, and infection. Front. Nutr. 5:52.

Urie, N. J., J. E. Lombard, C. B. Shivley, C. A. Kopral, A. E. Adams, T. J. Earleywine, J. D. Olson, and F. B. Garry. 2018.

Preweaned heifer management on US dairy operations: Part V. Factors associated with morbidity and mortality in preweaned dairy heifer calves. J. Dairy Sci. 101:9229–9244.

Van Vleck Pereira, R., S. Lima, J. D. Siler, C. Foditsch, L. D. Warnick, and R. C. Bicalho. 2016. Ingestion of milk containing very low concentration of antimicrobials: Longitudinal effect on fecal microbiota composition in preweaned calves. PLoS One 11:e0147525.

NUEVOS CONCEPTOS EN LA NUTRICIÓN DE TERNEROS: ALIMENTACIÓN CON LECHE Y DESTETE

J. Echeverry-Munera,[1,2] J. N. Wilms,[2] M.A. Steele[1]

[1]*Department of Animal Biosciences, Animal Science and Nutrition, University of Guelph, Guelph, ON, Canada N1G 1Y2*

[2]*Trouw Nutrition Research and Development, PO Box 299, 3800 AG, Amersfoort, the Netherlands*

A lo largo de la última década, los sistemas de cría de terneros de todo el mundo han adoptado mayores cantidades de leche entera o de sucedáneo de la leche, equivalentes o superiores al 20% del peso al nacer en litros diarios. La motivación de este cambio radica en la previsión de que la mejora del crecimiento y la salud en los primeros años de vida se traduzca en un mejor rendimiento en etapas posteriores de la vida. En consonancia con las tendencias mundiales en nutrición de terneros lecheros, las formulaciones actuales de los sustitutos de la leche difieren significativamente de la leche bovina. Sin embargo, sigue siendo incierto si estas fórmulas son óptimas para planos elevados de nutrición. El comprender la forma más eficiente de proporcionar programas de alimentación líquida a los terneros es importante durante la fase previa al destete, pero igualmente importante es la introducción de alimentos sólidos, que permite la transición metabólica y fisiológica de no rumiante a rumiante. Por lo tanto, nos centramos en describir los efectos a corto y largo plazo de las estrategias nutricionales comunes previas al destete, la composición de la dieta y las estrategias de destete.

Entender los niveles de alimentación láctea en los primeros años de vida: impactos fisiológicos y consecuencias a largo plazo.

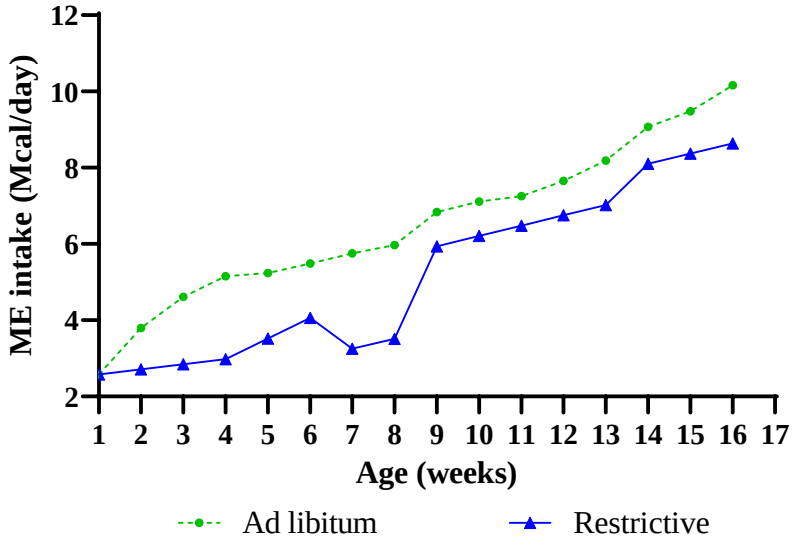
Los periodos de predestete y destete son ampliamente reconocidos como las fases más desafiantes en la producción lechera, a menudo vinculadas a las tasas más altas de morbilidad y mortalidad dentro del rebaño (Urie et al., 2018). Por lo tanto, se han dedicado considerables esfuerzos de investigación a los programas nutricionales en las primeras etapas de la vida con el objetivo de diseñar dietas adecuadas para apoyar la salud de los terneros recién nacidos, optimizar el crecimiento y contribuir a la sostenibilidad de la industria láctea (Soberon et al., 2012). La nutrición es uno de los factores del entorno que más influyen en la salud de un individuo (van Niekerk et al., 2020); por lo tanto, garantizar una nutrición adecuada en los primeros años de vida es fundamental para el éxito de un programa de cría. Numerosos estudios subrayan la importancia de un protocolo de calostro bien implantado para favorecer la inmunidad pasiva (citas). Si bien la gestión eficaz del calostro sienta las bases para un ternero sano y vigoroso, el resto del período previo al destete desempeña un papel fundamental en el suministro de la nutrición esencial para garantizar la salud y la productividad del ternero en el futuro.

Los programas convencionales de manejo de terneros predestete consisten comúnmente en alimentarlos con leche entera o sustituto de leche al 10% de su peso corporal al nacer dos veces al día con una concentración de sólidos del 12,5% (Figura 1). Durante décadas, se ha aplicado esta estrategia de alimentación y se ha centrado en mejorar la ingesta inicial de los terneros mediante la reducción de la cantidad de leche suministrada para permitir el desarrollo de la función ruminal y el destete precoz (Savage y McCay, 1942; Kertz et al., 1979; Baldwin et al., 2004). Sin embargo, es poco probable que esto satisfaga las necesidades nutricionales de los terneros, ya que pueden no estar fisiológicamente preparados para sacar provecho plenamente de los alimentos sólidos en las primeras etapas de su vida (Eckert et al., 2015). Por lo tanto, no es sorprendente que los terneros que reciben menores cantidades de leche exhiban tasas de crecimiento reducidas (Jasper y Weary, 2002), tasas elevadas de morbilidad y mortalidad (NAHMS, 2011) y demuestren comportamientos relacionados con el hambre debido a un suministro insuficiente de nutrientes (Huzzey et al., 2005; Khan et al., 2007a). A pesar de estos desafíos conocidos, las prácticas de alimentación restringida, en diversos grados, persisten como prácticas comunes en la producción comercial debido al costo y a los desafíos de destetar a los terneros de altos planos de nutrición láctea (De Paula et al., 2008; NAHMS, 2011). La investigación ha demostrado que el suministro de niveles más elevados de leche entera o sustituto de la leche en torno al 20% del peso corporal del ternero al nacer puede dar lugar a mejoras notables en la salud del ternero, en las tasas de crecimiento, en el desarrollo de los órganos, en la eficiencia

alimentaria y en la producción global durante toda la vida (Leal et al., 2021). Se ha reconocido que los terneros que duplican su ingesta de nutrientes, en comparación con los que reciben el 10% de su peso corporal (como volumen), muestran una notable capacidad para lograr un mayor aumento de peso (~1 kg/d) a lo largo de la fase previa al destete, en contraste con sus homólogos alimentados de forma restringida (~0,45 kg/d; Khan et al., 2011). Estudios más recientes han demostrado que los terneros alimentados ad libitum durante la fase previa al destete pueden alcanzar un crecimiento mayor (0,8-1,1 kg/d; Berends et al., 2020; Echeverry-Munera et al., 2021) que el rango superior de ganancia media diaria (ADG) (0,6-0,8 g/d) señalado en las recomendaciones del NRC (2001). Investigaciones exhaustivas han documentado sistemáticamente un crecimiento predestete notable en sistemas de alimentación automatizada; también se han observado resultados de crecimiento comparables en terneros alimentados con comidas más abundantes dos veces al día (4 frente a 2 L/comida; MacPherson et al., 2016). Aunque, existe la preocupación de que la alimentación con más leche, especialmente cuando los terneros sólo se alimentan dos veces al día, puede conducir a úlceras abomasales y una disminución de la sensibilidad a la insulina en terneros alimentados con leche (Berends et al., 2015), se demostró que la sensibilidad a la insulina no se alteró en terneros alimentados con elevados planos de leche y con diferentes tamaños y frecuencias de comidas (4 L/comida 2 veces o 2 L/comida 4 veces de 150 g de polvo de MR por L; MacPherson et al., 2019).

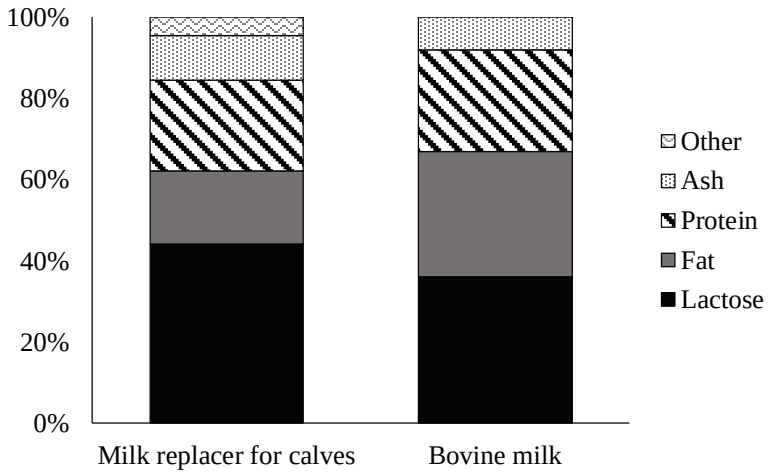
Figure 1. Contraste de la ingesta total de energía metabolizable (EM) (Mcal/día) entre los sistemas de alimentación ad libitum y restrictivo. Ingesta ad libitum de sustituto de leche y alimento iniciador (●línea de puntos; datos adaptados de Webb et al., 2014) y EM restrictiva de sustituto de leche y alimento iniciador ad libitum (▲línea sólida; datos adaptados de Leal et al., 2021) durante los primeros 4 meses de vida. Figura adaptada de Amado Barrantes, 2023.

Más allá de los efectos sobre el rendimiento del crecimiento, los planos mejorados de nutrición contribuyen significativamente a las alteraciones metabólicas de los animales predestetados. Leal et al. (2021) identificaron perfiles metabólicos distintos a los 49 días de edad como resultado del suministro de leche antes del destete. El proporcionar a los terneros altos niveles de energía (de 4,2 a 8,4 Mcal EM de ingesta al día) en contraste con las dietas tradicionales de restricción de nutrientes (2,8 Mcal EM de ingesta al día) tiene efectos significativos en los perfiles de expresión génica en diversos tejidos, con los principales efectos asociados con los cambios en el metabolismo energético, el metabolismo de las proteínas, y el metabolismo del hígado. Además, una mejor nutrición en los primeros años de vida puede tener efectos a largo plazo, como demuestran Robelin y Chilliard (1989) y Moallem et al. (2010), donde el aumento del ADG durante los primeros meses de vida condujo a un peso



corporal significativamente mayor a los 24 meses de edad. Este efecto también se ha asociado a una reducción de la edad al primer parto y a un aumento de la producción de leche (Bach y Ahedo, 2008; Raeth-Knight et al., 2009; Soberon et al., 2012). Brown et al. (2005) y Soberon y Van Amburgh et al. (2017) desvelaron la conexión entre la ingesta de alimento en las primeras etapas de la vida y el desarrollo de la glándula mamaria. Se informó de que

duplicar la ingesta de alimento lácteo aumentaba el peso mamario (76 g en el sistema restringido frente a 338 g en el sistema mejorado) y aceleraba el crecimiento de otros órganos (por ejemplo, el hígado; Soberon y Van Amburgh et al., 2017). Sin embargo, no existe consenso en la bibliografía. Los estudios realizados por Davis Rincker et al. (2011) y Terré et al. (2009) que exploraron los efectos de una alimentación mejorada con sustituto de leche en el rendimiento posterior de la primera lactación no arrojaron resultados significativos. Además, algunos



autores han expresado su preocupación por los programas de alimentación intensiva, sugiriendo que podrían dificultar el desarrollo de la glándula mamaria (Lammers et al., 1998; Silva et al., 2002) debido a un posible aporte excesivo de nutrientes y al riesgo de una mayor acumulación de grasa. No obstante, en la actualidad no existen pruebas que sugieran que la acumulación de grasa en las glándulas mamarias de las terneras antes del destete tenga efectos adversos sobre la posterior producción de leche. De hecho, un alto plano de nutrición en la fase previa al destete se ha asociado con un aumento de la masa del parénquima mamario, lo que puede explicar en parte las diferencias en la futura producción de leche (Geiger, 2019).

Repercusiones de la composición del sustituto de la leche en el crecimiento y la fisiología de los terneros.

Tradicionalmente, la composición de los sustitutos de la leche para terneros ha diferido de la de la leche entera bovina debido a la elevada inclusión de subproductos de la industria láctea, que da lugar a niveles excesivos de lactosa, mientras que las inclusiones de grasa siguen siendo comparativamente bajas (Figura 2). A medida que se generaliza la implantación de altos planos de nutrición, es esencial garantizar que los nutrientes de las fórmulas de los sustitutos de la leche estén correctamente equilibrados. En un intento de formular sustitutos de la leche que se parezcan más a la leche entera, los investigadores han estudiado los efectos de alterar las composiciones de macronutrientes, especialmente la lactosa y la grasa (Amado et al., 2019; Welboren et al., 2021, Echeverry-Munera et al., 2021; Wilms et al., 2023) en el rendimiento del crecimiento, el desarrollo, el comportamiento alimentario y las respuestas metabólicas.

Figure 2. Composición en macronutrientes del sustituto de leche para terneros y de la leche entera. Fuente: Trouw Nutrition.

Se ha descrito que el aumento de la ingesta de grasa procedente de la alimentación líquida redujo el número de intervenciones terapéuticas (Berends et al., 2020), redujo el comportamiento relacionado con el hambre durante el destete en terneros alimentados ad libitum (Echeverry-Munera et al., 2021), aumentó el peso del tracto gastrointestinal (Welboren et al., 2021), redujo la mortalidad en terneros predestete (Urie et al., 2018) y mejoró las puntuaciones fecales (Amado et al., 2019). No obstante, aunque el aumento de la inclusión de grasa en el sustituto de la leche parecía beneficioso, existen grandes discrepancias entre la composición de grasa en el sustituto de la leche y en la leche entera. Las diferencias en el perfil de ácidos grasos y en la estructura de los triglicéridos están relacionadas con el tipo de grasas utilizadas, ya sean de origen vegetal (por ejemplo, palma, coco, colza) o animal (por ejemplo, manteca de cerdo, sebo, aceite de insectos; Esselburn et al., 2015; Mellors et

al., 2023; Welboren et al., 2023). Cuando la composición de la grasa difiere considerablemente de la grasa de la leche, la absorción y utilización de la grasa en los neonatos puede verse alterada (Delplanque et al., 2015; Hageman et al., 2019). Por lo tanto, resulta crucial tener en cuenta la composición de la grasa a la hora de aumentar la inclusión de grasa en el sustituto de la leche. En este sentido, Mellors et al. (2023) demostraron que alimentar a terneros jóvenes con leche entera en polvo producía un aumento de la masa tanto del estómago como del intestino delgado en comparación con los terneros alimentados con un sustituto de la leche con un perfil de macronutrientes similar en términos de grasa, lactosa y proteína. Por lo tanto, el ajustar la composición de la grasa para que coincida con el perfil de ácidos grasos de la grasa láctea podría aportar ventajas adicionales para los terneros. Recientemente, Wilms et al. (2023) demostraron que una elevada inclusión de grasa láctea en la fórmula del sustituto de la leche mejoraba la ingesta de leche y el crecimiento antes del destete. Por el contrario, los terneros alimentados con un sustituto de la leche que sólo contenía grasas vegetales de colza y coco mostraron una menor eficiencia alimentaria y signos de alteración del metabolismo lipídico, incluido un aumento del colesterol en sangre con una mayor proporción de colesterol de lipoproteínas de baja densidad (Wilms et al., 2023). Sin embargo, la incorporación de una cantidad sustancial de grasa láctea al sustituto de la leche no es económicamente viable, debido principalmente a consideraciones de coste. Se consideró que los efectos beneficiosos de incluir nata láctea estaban asociados a la presencia de ácidos butírico y caproico, que son componentes inherentes de la grasa láctea y no están presentes en niveles significativos en fuentes de grasa alternativas. Recientemente, Wilms (2024) demostró que la incorporación de tributirina y tricaproína en el sustituto lácteo para restaurar los ácidos butírico y caproico a los mismos niveles que en la grasa láctea era ampliamente beneficiosa para los terneros. En los terneros alimentados ad libitum, se incrementó la ingesta voluntaria de sustituto de leche y de alimento iniciador, lo que condujo a un crecimiento notablemente superior de los terneros alimentados con el sustituto de leche que contenía ácidos butírico y caproico. Estos terneros también registraron un menor número de días con tratamientos terapéuticos. En terneros de 5 semanas alimentados con volúmenes de leche restringidos (8,0 L/d) y que no tuvieron acceso al alimento iniciador, hubo indicios de un mayor desarrollo del rumen y del íleon (Wilms, 2024). Mientras continúa la búsqueda de las prácticas de cría de terneros más eficaces y sostenibles, los futuros esfuerzos de investigación deben tener como objetivo refinar y adaptar las fórmulas de los sustitutos lácteos para que se ajusten mejor a las necesidades fisiológicas de los terneros neonatos, optimizando en última instancia su crecimiento, salud y desarrollo general.

Estrategias de destete para terneros con alimentación de alto plano: un enfoque integral para una transición óptima.

En condiciones naturales, el proceso de destete se produce gradualmente y suele completarse aproximadamente a los 10 meses de edad (Reinhardt y Reinhardt, 1981). En un entorno de alimentación de libre elección, se ha observado que los terneros siguen consumiendo sustituto de leche hasta al menos los 6 meses de edad (Webb et al., 2014). Sin embargo, las prácticas actuales a menudo implican la transición de los terneros de la leche a los alimentos sólidos lo antes posible para estimular la ingesta de alimentos sólidos y promover el desarrollo del rumen (Eckert et al., 2015; Figura 3). Aunque este es el enfoque que se utiliza habitualmente, el periodo de destete puede ser estresante para los terneros debido al estado inmaduro de su rumen. Por lo tanto, el método de destete influye significativamente en el rendimiento de los terneros y en el desarrollo del rumen, especialmente cuando se les facilitan grandes cantidades de leche durante el periodo predestete.

A partir del primer mes de edad, los terneros con una elevada ración de alimento líquido empiezan a consumir

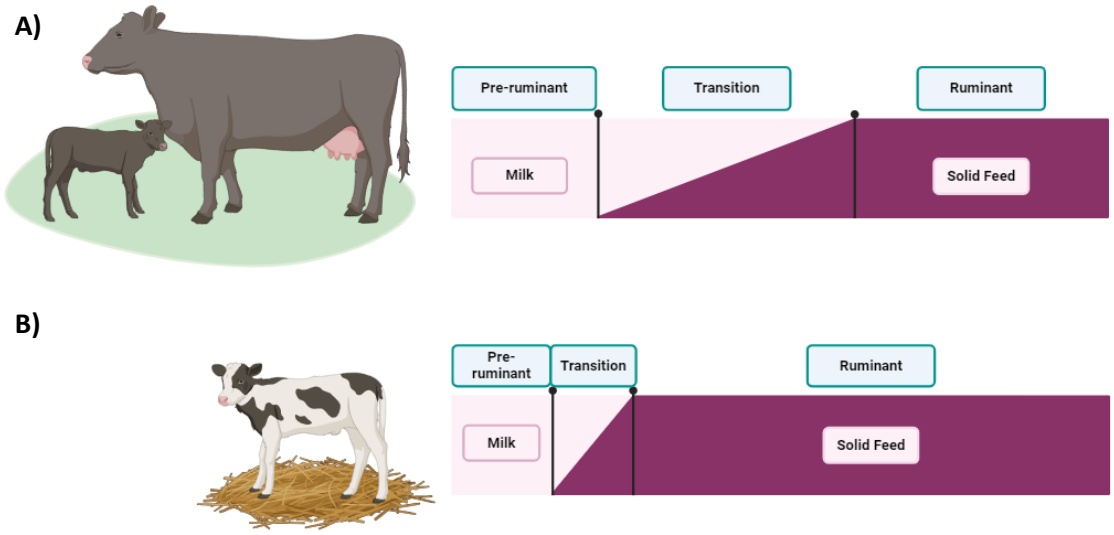


Figura 3. (A) En la naturaleza o en una pareja vaca-ternero de carne, el destete se produciría aproximadamente a los 8 meses de vida y tendría lugar a lo largo de 2 a 4 meses. **(B)** En las explotaciones lecheras comerciales, los terneros suelen destetarse entre las 5 y las 6 semanas de edad para fomentar la ingesta temprana de alimento iniciador y el desarrollo del rumen. El destete (transición) en las explotaciones lecheras comerciales suele ser brusco y se realiza en 1 ó 2 semanas.

unos 200 g de pienso de iniciación al día, y la ingesta sigue aumentando a partir de entonces. Por el contrario, los terneros alimentados con cantidades restringidas de leche empiezan a consumir alimento sólido entre 1 y 2 semanas antes, y a tasas superiores al doble de las de los terneros alimentados con volúmenes elevados de leche (Appleby et al., 2001; Jasper y Weary, 2002; Leal et al., 2021). La baja ingesta de alimentos sólidos y la baja digestibilidad de los nutrientes pueden conducir a una pérdida de peso cuando los terneros son destetados de su dieta líquida, reduciendo algunas de las ventajas de crecimiento proporcionadas por las raciones de leche más grandes en la fase previa al destete. En consecuencia, el rendimiento de los terneros puede verse comprometido durante y después del periodo de destete. Por lo tanto, al implantar programas de alimentación mejorada, es importante contar con un protocolo de destete adecuado que permita a los animales mantener el peso corporal ganado (Khan et al., 2007). Se han desarrollado varios enfoques a la hora del destete, que abarcan métodos como una dependencia de la ingesta de concentrado (Greenwood et al., 1997; Roth et al., 2009; De Passillé y Rushen, 2012), la reducción gradual de la leche (Khan et al., 2007) y la ampliación de la duración del período de destete (Terré et al., 2007). Mientras que la restricción de los volúmenes de alimentación con leche tiene como finalidad reducir los costes y fomentar el destete precoz, la adopción de métodos de destete gradual con mayores cantidades puede permitir criar con éxito a los terneros en un plano superior de nutrición (De Passillé y Rushen, 2016; Rosenberger et al., 2017). De Passillé y Rushen (2012) demostraron que los terneros alimentados con 12 L/d de leche mediante un sistema de alimentación automatizado y destetados más tarde (12 frente a 8 semanas) presentaban una mayor ingesta de alimento iniciador y energía digestible, así como mayores ganancias de peso durante el período de destete (0,5 frente a 1,0 kg/d). Del mismo modo, Eckert et al. (2015) demostraron que, cuando se combina con un plano elevado de nutrición, un destete más tardío (8 frente a 6 semanas) y una transición descendente a la alimentación sólida tienen un impacto positivo en el bienestar y el rendimiento, lo que lleva a una transición más suave de la alimentación líquida a la sólida con un menor número de signos de estrés sistémico y digestivo. Los métodos de destete individual basados en la ingesta de leche (Welboren et al., 2019) y en la ingesta de alimentos sólidos (Roth et al., 2009) tienen en cuenta la variabilidad entre los terneros individuales, que pueden tener diferentes capacidades para adaptarse a los alimentos sólidos (De Passillé y Rushen, 2012). La alimentación con sustitutos de la leche que inducen el desarrollo del rumen en la fase previa al destete, cuando los terneros aún no ingieren una cantidad relevante de alimento sólido, también puede aliviar aún más el estrés relacionado con la transición al destete (Wilms, 2024).

La provisión de forraje es otra consideración importante en los programas de alimentación de terneros. Algunos trabajos han demostrado que proporcionar forraje a los terneros alimentados con altas raciones de leche antes del destete mejora la ingesta total de alimento sólido, promueve el desarrollo del rumen y aumenta el pH del rumen (Khan et al., 2011; Laarman et al., 2012). Sin embargo, la provisión excesiva de forraje después del destete limita la ingesta de alimento seco y el crecimiento durante el destete y post-destete (Rosadiuk et al., 2021) debido a un límite aparente de ingesta de fibra detergente neutra (FDN) como porcentaje del PC (definido como 1% del PC por Hoffman et al., 2008 y Mitchell y Heinrichs, 2020). La reducción del tamaño de las partículas de forraje puede mitigar las caídas en la ingesta total de materia seca, pero lo más importante es controlar la provisión de forraje al destete para aumentar la ingesta dietética total. El suministro de forraje puede verse afectado por la edad, la composición de nutrientes y las características físicas tanto del concentrado como del forraje, y es importante para la amortiguación ruminal y la abrasión física de la pared ruminal, incluso cuando se suministra en cantidades bajas (5% de la dieta; Suárez-Mena et al., 2016).

Las recomendaciones para unas prácticas óptimas de destete de terneros incluyen retrasar el proceso hasta después de las 8 semanas de edad, cuando se suministran mayores cantidades de leche, con el objetivo de prevenir la disminución del crecimiento al destete. Además de tener en cuenta la edad del destete y la ingesta individual de alimentos, es aconsejable aplicar un protocolo de reducción progresiva. El consenso sugiere que los periodos de reducción más largos, como los que superan los 10 días, son más beneficiosos para los terneros. Además, es crucial que los pasos del destete sean graduales, ya que el destete brusco se ha relacionado con la disminución del crecimiento (Khan et al., 2007; Sweeney et al., 2010; Steele et al., 2017).

Conclusión

Optimizar la nutrición temprana de los terneros es crucial para mejorar el crecimiento, la salud y el rendimiento a largo plazo de la producción lechera. Investigaciones recientes destacan los beneficios de una mayor ración de leche y hacen hincapié en los sustitutos lácteos bien equilibrados, ya que su composición influye significativamente en el desarrollo de los terneros. Las estrategias de destete, como retrasar el destete hasta después de las 8 semanas de edad, aplicar protocolos de reducción progresiva y garantizar transiciones graduales, desempeñan un papel clave en la reducción del estrés y el fomento del bienestar. Aunque el forraje favorece el desarrollo del rumen, requiere de una gestión cuidadosa. Las investigaciones en curso deberían perfeccionar las fórmulas de los sustitutos de la leche y explorar las repercusiones a largo plazo de una mejor nutrición en las primeras etapas de la vida. Los esfuerzos continuos son vitales para avanzar en unas prácticas de cría de terneros eficaces y sostenibles en la industria lechera.

Referencias

Amado Barrantes, L. (2023). Energy sources for young calves. [internal PhD, WU, Wageningen University]. Wageningen University. https://doi.org/10.18174/642174.

Amado, L., H. Berends, L.N. Leal, J. Wilms, H. Van Laar, W.J.J. Gerrits, and J. Martín-Tereso. 2019. Effect of energy source in calf milk replacer on performance, digestibility, and gut permeability in rearing calves. J. Dairy Sci. 102:3994–4001. doi:10.3168/jds.2018-15847.

Amado, L., H. Berends, L.N. Leal, J. Wilms, H. Van Laar, W.J.J. Gerrits, and J. Martín-Tereso. 2019. Effect of energy source in calf milk replacer on performance, digestibility, and gut permeability in rearing calves. J. Dairy Sci. 102:3994–4001. doi:10.3168/jds.2018-15847.

Appleby, M. C., D. M. Weary, and B. Chua. 2001. Performance and feeding behaviour of calves on ad libitum milk from artificial teats. Appl. Anim. Behav. Sci. 74(3):191-201.

Bach, A., and J. Ahedo. 2008. Record keeping and economics of dairy heifers. Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract. 24:117–138. https//doi.org/10.1016/j.cvfa

Baldwin VI, R. L., K. R. McLeod, J. L. Klotz, and R. N. Heitmann. 2004. Rumen development, intestinal growth, and hepatic metabolism in the pre- and postweaning ruminant. J. of Dairy Sci. 87:55-65.

Berends, H., H. van Laar, L.N. Leal, W.J.J. Gerrits, and J. Martín-Tereso. 2020. Effects of exchanging lactose for fat

in milk replacer on ad libitum feed intake and growth performance in dairy calves. J. Dairy Sci. 103:4275–4287. doi:10.3168/jds.2019-17382.

Berends, H., J. J. van den Borne, N. Stockhofe-Zurwieden, M. S. Gilbert, T. Zandstra, W. F. Pellikaan, C. G. van Reenen, E. A. M. Bokkers, and W. J. J. Gerrits. 2015. Effects of solid feed level and roughage-to-concentrate ratio on ruminal drinking and passage kinetics of milk replacer, concentrates, and roughage in veal calves. J. Dairy Sci. 98:5621–5629.

Brown E.G., M.J. Vandehaar, K.M. Daniels, J.S. Liesman, L.T. Chapin, D.H. Keisler, and M.S. Nielsen. 2005. Effect of increasing energy and protein intake on body growth and carcass composition of heifer calves. J. Dairy Sci. 88:585-594.

Davis Rincker, L. E., M. J. VandeHaar, C. A. Wolf, J. S. Liesman, L. T. Chapin, and M. S. Weber Nielsen. 2011. Effect of intensified feeding of heifer calves on growth, pubertal age, calving age, milk yield, and economics. J. Dairy Sci. 94:3554–3567.

de Passillé, A. M., and J. Rushen. 2012. Adjusting the weaning age of calves fed by automated feeders according to individual intakes of solid feed. J. Dairy Sci. 95:5292–5298.

De Passillé, A. M., and Rushen, J. 2016. Using automated feeders to wean calves fed large amounts of milk according to their ability to eat solid feed. Journal of dairy science, 99(5), 3578-3583.

De Passillé, A. M., Borderas, T. F., & Rushen, J. 2011. Weaning age of calves fed a high milk allowance by automated feeders: Effects on feed, water, and energy intake, behavioral signs of hunger, and weight gains. Journal of dairy science, 94(3), 1401-1408.

De Paula Vieira, A., V. Guesdon, A.M. de Passillé, M.A.G. von Keyserlingk, and D.M. Weary. 2008. Behavioural indicators of hunger in dairy calves. Appl. Anim. Behav. Sci. 109:180–189. doi:10.1016/j.applanim.2007.03.006.

Delplanque, B., R. Gibson, B. Koletzko, A. Lapillonne, and B. Strandvik. 2015. Lipid Quality in Infant Nutrition: Current Knowledge and Future Opportunities. J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr. 61(1):8-17.

Echeverry-Munera, J., L.N. Leal, J.N. Wilms, H. Berends, J.H.C. Costa, M. Steele, and J. Martín-Tereso. 2021. Effect of partial exchange of lactose with fat in milk replacer on ad libitum feed intake and performance in dairy calves. J. Dairy Sci. doi:10.3168/jds.2020-19485.

Eckert, E., H. E. Brown, K. E. Leslie, T. J. DeVries, and M. A. Steele. 2015. Weaning age affects growth, feed intake, gastrointestinal development, and behavior in Holstein calves fed an elevated plane of nutrition during the preweaning stage. J. Dairy Sci. 98:6315–6326. https://doi.org/10.3168/jds.2014-9062.

Esselburn, K. M., T. M. Hill, H. G. Bateman, 2nd, F. L. Fluharty, S. J. Moeller, K. M. O'Diam, and K. M. Daniels. 2015. Examination of weekly mammary parenchymal area by ultrasound, mammary mass, and composition in Holstein heifers reared on 1 of 3 diets from birth to 2 months of age. J. Dairy Sci. 98(8):5280-5293.

Geiger, A. J. 2019. Review: The pre-pubertal bovine mammary gland: Unlocking the potential of the future herd. Animal 13:S4–S10. doi:10.1017/S1751731119001204.

Greenwood, R. H., J. L. Morrill, and E. C. Titgemeyer. 1997. Using dry feed intake as a percentage of initial body weight as a weaning criterion. J. Dairy Sci. 80:2542–2546.

Hageman, J. H. J., M. Danielsen, A. G. Nieuwenhuizen, A. L. Feitsma, and T. K. Dalsgaard. 2019. Comparison of bovine milk fat and vegetable fat for infant formula: Implications for infant health. Int. Dairy J. 92:37-49.

Huzzey, J. M., T. J. DeVries, P. Valois and M. A. G. von Keyserlingk. 2006. Stocking density and feed barrier design affect the feeding and social behavior of dairy cattle. J. Dairy Sci. 89:126-133.

Jasper, J., and D.M. Weary. 2002. Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. J. Dairy Sci. 85:3054–3058. doi:10.3168/jds.S0022-0302(02)74391-9.

Kertz, A. F., L. R. Prewitt, and J. P. Everett Jr. 1979. An early weaning calf program: Summarization and review. J.

Dairy Sci. 62:1835–1843.

Khan, M. A., H. J. Lee, W. S. Lee, H. S. Kim, K. S. Ki, T. Y. Hur, G. H. Suh, S. J. Knag, and Y. J. Choi. 2007. Structural growth, rumen development, metabolic and immune response of Holstein male calves fed milk through step-down and conventional methods. J. Dairy Sci. 90:3376-3387.

Khan, M.A., D.M. Weary, and M.A.G. von Keyserlingk. 2011. Invited review: Effects of milk ration on solid feed intake, weaning, and performance in dairy heifers. J. Dairy Sci. 94:1071–1081. doi:10.3168/jds.2010-3733.

Laarman, A. H., A. Ruiz-Sanchez, T. Sugino, L. L. Guan, and M. Oba. 2012. Effects of feeding a calf starter on molecular adaptations in the ruminal epithelium and liver of Holstein dairy calves. J. Dairy Sci. 95:2585–2594.

Lammers, B.P., A.J. Heinrichs, and A. Aydin. 1998. The effect of whey protein concentrate or dried skim milk in milk replacer on calf performance and blood metabolites. J. Dairy Sci. 81:1940–1945. doi:10.3168/jds.S0022-0302(98)75767-4.

Leal, L. N., J. Doelman, B. R. Keppler, M. A. Steele, and J. Martín-Tereso. 2021. Preweaning nutrient supply alters serum metabolomics profiles related to protein and energy metabolism and hepatic function in Holstein heifer calves. J. Dairy Sci. 104(7):7711-7724.

MacPherson, J. A. R., H. Berends, L. N. Leal, J. P. Cant, J. Martín- Tereso, and M. A. Steele. 2016. Effect of plane of milk replacer intake and age on glucose and insulin kinetics and abomasal emp- tying in female Holstein Friesian dairy calves fed twice daily. J. Dairy Sci. 99:8007–8017. https://doi.org/10.3168/jds .2015 -10826.

MacPherson, J., S. J. Meale, K. Macmillan, J. Haisan, C. J. Bench, M. Oba, and M. A. Steele. 2019. Effects of feeding frequency of an elevated plane of milk replacer and calf age on behavior, and glucose and insulin kinetics in male Holstein calves. Animal 13:1385–1393. https://doi.org/10.1017/S175173111800294X.

Mellors, S. C., J. N. Wilms, A. C. Welboren, M. H. Ghaffari, L. N. Leal, J. Martín-Tereso, H. Sauerwein, and M. A. Steele. 2023. Gastrointestinal structure and function of preweaning dairy calves fed a whole milk powder or a milk replacer high in fat. J. Dairy S. 106(4):2408-2427.

Moallem, U., D. Werner, H. Lehrer, M. Zachut, L. Livshitz, S. Yakoby, and A. Shamay. 2010. Long-term effects of ad libitum whole milk prior to weaning and prepubertal protein supplementation on skeletal growth rate and first-lactation milk production. J. Dairy Sci. 93(6):2639-2650.

NAHMS (National Animal Health Monitoring System). 2011. Dairy Heifer Raiser, 2011. USDA–Anim. Plant Health Insp. Serv.–Vet. Serv., Ft. Collins, CO.

NRC. 2001. Nutrients Requirements for Dairy Cattle.

Raeth-Knight, M., H. Chester-Jones, S. Hayes, J. Linn, R. Larson, D. Ziegler, B. Ziegler, and N. Broadwater. 2009. Impact of conventional or intensive milk replacer programs on Holstein heifer performance through six months of age and during first lactation. J. Dairy Sci. 92:799–809.

Reinhardt, V. and A. Reinhardt. 1981. Cohesive relationships in a cattle herd (Bos indicus). Behaviour. 77:121-151.

Robelin, J., and Y. Chilliard. 1989. Short-term and long-term effects of early nutritional deprivation on adipose tissue growth and metabolism in calves. J. Dairy Sci. 72:505–513.

Rosadiuk, J. P., T. C. Bruinje, F. Moslemipur, A. J. Fischer-Tlustos, D. L. Renaud, D. J. Ambrose, and M. A. Steele. 2021. Differing planes of pre- and postweaning phase nutrition in Holstein heifers: I. Effects on feed intake, growth efficiency, and metabolic and development indicators. J. Dairy Sci. 104:1136–1152. https://doi.org/10.3168/jds.2020-18809.

Rosenberger, K., J.H.C. Costa, H.W. Neave, M.A.G. von Keyserlingk, and D.M. Weary. 2017. The effect of milk allowance on behavior and weight gains in dairy calves. J. Dairy Sci. 100:504–512. doi:10.3168/jds.2016-11195.

Roth, B.A., N.M. Keil, L. Gygax, and E. Hillmann. 2009. Influence of weaning method on health status and rumen development in dairy calves. J. Dairy Sci. 92:645–656.

Savage, E. S., and C. M. McCay. 1942. The nutrition of calves. A review. J. Dairy Sci. 25:595–650.

Silva L. F.P., M. L. VandeHaar, B. K. Whitlock, R.P. Radcliff and H.A. Tucker. 2002. Short communication: Relationship between body growth and mammary development in dairy heifers. J. of Dairy Sci. 85, 2600-2602.

Soberon, F., & Van Amburgh, M. E. 2017. Effects of preweaning nutrient intake in the developing mammary parenchymal tissue. J. of Dairy Sci. 100(6), 4996-5004.

Soberon, F., E. Raffrenato, R.W. Everett, and M.E. Van Amburgh. 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.

Suarez-Mena, F. X., T. M. Hill, C. M. Jones, and A. J. Heinrichs. 2016. Effect of forage provision on feed intake in dairy calves. Prof. Anim. Sci. 32:383–388. https://doi.org/10.15232/pas.2016-01502.

Terré, M., C. Tejero, and A. Bach. 2009. Long-term effects on heifer performance of an enhanced growth feeding programme applied during the pre-weaning period. J. Dairy Sci. 76:331–339.

Terré, M., M. Devant, and A. Bach. 2007. Effect of level of milk replacer fed to Holstein calves on performance during the preweaning period and starter digestibility at weaning. Livest. Sci. 110:82–88.

Urie, N. J., J. E. Lombard, C. B. Shivley, C. A. Kopral, A. E. Adams, T. J. Earleywine, J. D. Olson, and F. B. Garry. 2018. Preweaned heifer management on US dairy operations: Part V. Factors associated with morbidity and mortality in preweaned dairy heifer calves. J Dairy Sci 101(10):9229-9244.

van Niekerk, J.K., A. J. Fischer-Tlustos, J.N. Wilms, K.S. Hare, A.C. Welboren, A.J. Lopez, T.T. Yohe, L.R. Cangiano, L.N. Leal, and M.A. Steele. 2021. ADSA Foundation Scholar Award: New frontiers in calf and heifer nutrition—From conception to puberty. J. Dairy Sci. doi:10.3168/jds.2020-20004.

Webb, L. E., Engel, B., Berends, H., van Reenen, C. G., Gerrits, W. J., de Boer, I. J., and Bokkers, E. A. 2014. What do calves choose to eat and how do preferences affect behaviour? Applied Animal behaviour science, 161, 7-19.

Welboren, A. C., L. N. Leal, M. A. Steele, M. A. Khan, and J. Martín-Tereso. 2019. Performance of ad libitum fed dairy calves weaned using fixed and individual methods. Animal. 13(9):1891-1898.

Welboren, A.C., B. Hatew, O. López-Campos, J.P. Cant, L.N. Leal, J. Martín-Tereso, and M.A. Steele. 2021. Effects of energy source in milk replacer on glucose metabolism of neonatal dairy calves. J. Dairy Sci. doi:10.3168/jds.2020-19405.

Wilms, J. N. 2024. Unlocking the potential of fat in milk replacer for calves. [PhD thesis, University of Guelph]. https://hdl.handle.net/10214/28120.

Wilms, J. N., V. van der Nat, M. H. Ghaffari, M. A. Steele, H. Sauerwein, J. Martín-Tereso, and L. N. Leal. 2023. Fat Composition of Milk Replacer Influences Growth Performance, Feeding Behaviour, and Plasma Fatty Acid Profile in Ad Libitum-Fed Calves. J. Dairy. Sci. https://doi.org/10.3168/jds.2023-23740.

HUMANOS CONTRA ROBOTS - LA SALUD DE LA UBRE EN LOS SISTEMAS DE ORDEÑO AUTOMATIZADOS

Tom Greenham BVSc DBR MRCVS

Los rebaños lecheros que utilizan Sistemas de Ordeño Automatizados (SOA) suelen experimentar un deterioro de la salud de la ubre en comparación con los que se ordeñan con máquinas de ordeño convencionales. Esto resulta evidente cuando las explotaciones pasan del ordeño convencional a estrategias robotizadas. La razón es simple: las vacas sometidas a SOA siguen experimentando la mayoría de los factores de riesgo de infección intramamaria (IMI) presentes en los sistemas convencionales, pero también están expuestas a algunos riesgos adicionales que son exclusivos del ordeño automatizado.

La higiene de los pezones

Los SOA con limpieza de pezones previa al ordeño presentan algunas limitaciones. El elevado nivel de constancia que suele ser una ventaja en los SOA es ahora una desventaja: a diferencia de los operarios humanos, el robot no adapta el nivel de limpieza a la cantidad de suciedad del pezón. Aún no se ha desarrollado completamente la tecnología de sensores que permita ajustarse a los pezones más sucios, por lo que la gestión del entorno es crucial para minimizar la contaminación de los pezones. El cepillado tiende a conseguir una mejor limpieza visual si los pezones están muy sucios, pero es vulnerable ante una posición imprecisa del pezón. Un ajuste incorrecto de la altura puede provocar la transferencia de suciedad de la piel de la ubre al pezón. La limpieza de las pezoneras puede proporcionar una mejor desinfección, siempre que la suciedad no sea demasiado intensa; pero son vulnerables a las patadas o si se colocan incorrectamente.

La desinfección post-ordeño también puede ser ineficaz en los SOA. La precisión de la pulverización suele ser escasa, por lo que es necesario ajustar la posición del brazo pulverizador y el volumen y la duración de la pulverización para lograr una cobertura adecuada de la piel. La inmersión proporciona una cobertura más fiable de los pezones, pero es ineficaz si la vaca suele dar patadas.

Desafío ambiental

El diseño y la gestión de los edificios influyen aún más en la salud de las ubres en los rebaños sujetos a SOA que en los convencionales.

La gestión de los purines se realiza con las vacas en el edificio, por lo que requiere sistemas automatizados o suelos de rejilla. Hay que prestar mucha atención a los detalles y adoptar enfoques innovadores para mantener la higiene de las instalaciones. Se requiere la gestión manual de los purines en zonas inaccesibles para los sistemas automatizados. La limpieza de los establos y la colocación de nuevas camas también suponen un reto, ya que están constantemente ocupados. Esto puede provocar una mayor carga bacteriana en el interior de los compartimentos.

Los pediluvios a la salida del box corren el riesgo de contaminar el pezón antes del cierre completo del esfínter, pero su colocación a la entrada del box tiende a reducir las visitas. Los sistemas de tránsito guiado pueden ofrecer más opciones para el lavado de las pezuñas, pero con un tránsito variable de vacas por el pediluvio, mantener frecuencias adecuadas de reposición del pediluvio es un reto para todos los sistemas.

La higiene de la maquinaria

En los SOA se ordeñan un mayor número de vacas mediante las mismas pezoneras de lo que es habitual en el ordeño convencional. Esto aumenta la contaminación potencial por patógenos contagiosos como el *Staphylococcus aureus*, con el consiguiente riesgo de transmisión. Los distintos modelos de SOA ofrecen varias opciones para desinfectar el equipo entre vaca y vaca. Lamentablemente, a los niveles de contaminación que se observan habitualmente, estas estrategias rara vez reducen el peligro bacteriano a niveles no infecciosos. Esto hace que sea vital la detección precoz de las bacterias contagiosas con intervenciones proactivas para reducir la propagación antes de que aumente la prevalencia.

Las condiciones de ordeño

Por lo general, las tecnologías SOA ofrecen un ordeño suave con niveles bajos de riesgo de mastitis asociado a la maquinaria. Los ajustes de vacío y pulsación se fijan bien para los distintos modelos de box, y rara vez se observan ajustes incorrectos. Los protocolos de preparación coherentes proporcionan una buena bajada de la leche y el ordeño por cuartos ayuda a reducir la excesiva duración del ordeño en los SOA. Se suelen utilizar pezoneras de silicona, que reducen el riesgo de hiperqueratosis de la punta del pezón. El único problema significativo del ordeño con SOA es el aumento de la posibilidad de un ordeño fallido a nivel de la ubre o del cuarto. La falta de ordeño aumenta las molestias, el riesgo de que las vacas pierdan leche, y se ha asociado a un aumento de casos de mastitis clínica.

Frecuencia e intervalo de ordeño

Con los SOA, las vacas tienden a ordeñarse con mayor frecuencia, sobre todo cuando la producción de leche es más elevada. Diversos estudios arrojan resultados contradictorios sobre si esto repercute de forma positiva o negativa en la salud de la ubre. El aumento o la disminución del riesgo de mastitis depende de si los beneficios de una mayor frecuencia de ordeño (mejor higiene de los pezones, menor presión intramamaria, menor oportunidad de colonización bacteriana) compensan las posibles consecuencias negativas (más tiempo con el extremo del pezón abierto, mayor exposición a aparatos de ordeño contaminados, mayor exposición a traumatismos de los tejidos del pezón). También es importante distribuir los ordeños a lo largo del día, ya que algunos datos sugieren que los intervalos irregulares entre ordeños aumentan el riesgo de infección.

Los efectos de otras enfermedades

Las enfermedades de transición tienen un mayor impacto en los rebaños sometidos a los SOA que en los convencionales debido a la alteración de la frecuencia y de los intervalos. Las vacas cojas registran menos entradas y hacen cola más tiempo para entrar en el box. Los intervalos de ordeño más largos y menos constantes pueden predisponer a la mastitis y el mayor tiempo de espera aumenta el riesgo de contaminación de la ubre y los pezones. Las vacas cojas acuden menos al pienso (sobre todo en los sistemas de tránsito guiado), lo que altera su estado metabólico y la salud del rumen y aumenta indirectamente el riesgo de mastitis.

Pueden producirse desequilibrios de oligoelementos si se utiliza alimento concentrado en el box de los SOA para fomentar las visitas, como suele ser el caso en los sistemas de libre acceso. Algunos minerales no son apetecibles, por lo que se excluyen de los concentrados en el box por si disuaden a las vacas de acercarse al robot. Un déficit de minerales como el selenio puede aumentar la incidencia y la gravedad de la mastitis clínica.

Resumen:

Algunos aspectos del rendimiento de los SOA son generalmente mejores en comparación con los sistemas convencionales, como puede ser la calidad de la experiencia de ordeño. Otros aspectos conllevan un mayor riesgo de infecciones intramamarias (IMI), como la desinfección de los pezones. También existen algunos factores de riesgo totalmente exclusivos de los SOA que no contribuyen habitualmente a las IMI en los sistemas convencionales.

Si conocemos estos factores de riesgo, podemos medirlos y gestionarlos. Esto permite mantener un rendimiento sanitario de la ubre en los SOA similar al ofrecido por los sistemas convencionales.

LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS CON ROBOTS - LA GESTIÓN DE LA MASTITIS AMBIENTAL Y CONTAGIOSA EN LOS SISTEMAS DE ORDEÑO AUTOMATIZADOS

Tom Greenham BVSc DBR MRCVS

La evaluación de los factores de riesgo de infección intramamaria (IMI) en los sistemas de ordeño automatizados (SOA) precisa de los mismos métodos que en los rebaños convencionales, pero también de algunas áreas adicionales de evaluación. Algunas métricas de desempeño requieren objetivos más estrictos en los SOA para alcanzar el mismo nivel de riesgo de mastitis.

La higiene de los pezones

La limpieza de los pezones antes del ordeño es un punto de control crítico para la mastitis de origen ambiental, pero presenta algunas limitaciones importantes en los SOA. Los robots limpian los pezones mediante el cepillado o el lavado dentro de un recipiente de inmersión. Para controlar la eficacia de la limpieza de los pezones necesitamos evaluar varias cuestiones clave: el nivel inicial de suciedad; la precisión de la localización del pezón; el tipo y la concentración del producto químico; y, en los robots en los que sea posible, la limpieza visual del pezón tras la preparación.

La desinfección post-ordeño también puede ser ineficaz en los SOA. La precisión de la pulverización suele ser escasa, por lo que es necesario ajustar la posición del brazo pulverizador y el volumen y la duración de la pulverización para lograr una cobertura adecuada de la piel. La inmersión proporciona una cobertura más fiable de los pezones, pero es ineficaz si la vaca suele dar patadas.

La colocación de una pequeña cámara sumergible en el robot permite controlar eficazmente la suciedad de los pezones, la precisión de la colocación y la limpieza visual tras la preparación. Las imágenes de vídeo también recogerán el grado de cobertura de los pezones con el producto químico post-ordeño. También mide el tiempo transcurrido entre la estimulación y el acoplamiento de las unidades de ordeño y detecta cualquier problema en el comportamiento de las vacas.

Los niveles de productos químicos pueden controlarse de manera aproximada con un medidor de pH, o calcularse con precisión midiendo la absorción desde el dosificador (dosatron).

Desafío ambiental

La limpieza de las vacas en los rebaños con SOA debe ser superior a la de los rebaños convencionales para mitigar las deficiencias en la higiene de los pezones.

La cantidad de suciedad en las patas y pezuñas tiene un impacto directo en la carga bacteriana de los pezones de las vacas. Llevar una "puntuación de limpieza" es una herramienta útil para medir la contaminación bacteriana del rebaño y puede ayudar a determinar con precisión qué zona del entorno está causando el problema.

El lodo profundo en los lugares de tránsito es un riesgo que provoca la suciedad de pezuñas y piernas. Midiendo las dimensiones de los pasillos podemos relacionar el volumen medio de ganado con la producción de leche actual que conviene para mantener a las vacas limpias.

Las camas sucias son otra fuente de riesgo bacteriano. Contando la proporción de cubículos sucios podremos detectar problemas de higiene en la cama. La observación de las vacas en los boxes nos permite modificar la dimensión para mejorar la posición tumbada y de pie, reduciendo el ensuciamiento de la cama.

La higiene de la maquinaria

El alto potencial de transmisión dentro de las unidades de ordeño automatizado hace que sea vital que no toleremos vacas infectadas con patógenos contagiosos. La identificación y eliminación precoz de las vacas con *Staphylococcus aureus* o *Streptococcus agalactiae* puede evitar que su prevalencia sea demasiado extensa y costosa.

El control mensual de estos agentes patógenos en los tanques a granel puede proporcionar una alerta temprana de su presencia en el rebaño. También puede ser útil realizar cultivos y pruebas de sensibilidad de los cuartos infectados cada tres a seis meses, especialmente en vacas viejas o animales que se infecten a menudo.

Las condiciones de ordeño

Las pruebas dinámicas de las máquinas de ordeño son la mejor forma de obtener una visión detallada del rendimiento del ordeño. Esto nos permite detectar y cuantificar indicadores clave del ordeño: bajada de la leche, ordeño excesivo, ajuste de la pezonera, eficacia del alejamiento de la leche de la vaca, deslizamiento de la pezonera, y gradientes de vacío inverso.

También podemos evaluar los datos del propio robot: éxito y tiempos de acoplamiento; tasas de flujo de leche; visitas por box y hora; ordeños por vaca y día; tiempo "inactivo"; y muchos más parámetros útiles. Estos resultados pueden controlarse a lo largo del tiempo y pueden servir para comparar boxes, con el fin de poner de relieve cualquier discrepancia en el rendimiento.

Los efectos de otras enfermedades

Las enfermedades de transición tienen un mayor impacto en los rebaños sujetos a los SOA que en los convencionales, por lo que es vital un seguimiento de la salud de las vacas. Esto puede hacerse mediante observaciones visuales, análisis de episodios sanitarios o mediciones directas de parámetros metabólicos en la sangre. Los desequilibrios de oligoelementos pueden detectarse mediante análisis de sangre si hay dudas al respecto.

La cojera es una "puerta de entrada" para la mastitis en el rebaño sujeto a los SOA, por lo que la puntuación regular de la movilidad es importante para controlar el rendimiento del rebaño y detectar a los individuos que requieren atención.

Las novillas a menudo rinden por debajo de su potencial en los SOA, por lo que el control rutinario del rendimiento de las novillas como porcentaje del rendimiento de las vacas puede ser útil para comprobar si están alcanzando todo su potencial.

Resumen:

Los factores de riesgo específicos de infección intramamaria (IMI) en las explotaciones lecheras robotizadas pueden identificarse, medirse y mitigarse si se sabe lo que hay que buscar y se aplica un conjunto adecuado de objetivos de rendimiento. Algunas de las áreas de evaluación son las mismas en las explotaciones que usan SOA que en las explotaciones convencionales, pero los objetivos son más estrictos.

Ciertas herramientas, como las videocámaras, pueden aumentar la eficacia de la recogida de datos, y estos artículos no especializados son baratos y fáciles de conseguir. Otras herramientas, como el kit de pruebas dinámicas, son más especializadas y requieren un mayor conocimiento para interpretar los datos. Sin embargo, a menudo pueden conseguirse grandes mejoras en la salud de la ubre con conocimientos y tecnologías que están al alcance de todos los profesionales clínicos.

ALTERACIÓN DEL CICLO DEL NITRÓGENO. EMISIONES DE AMONIACO POR APLICACIÓN DE PURINES: CUANTIFICACIÓN EN CAMPO Y ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN

Alberto Sanz Cobeña[1, 2]

[1]Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas. Universidad Politécnica de Madrid. *Autor para correspondencia: a.sanz@upm.es

[2]El Centro de Estudios e Investigación para la Gestión de Riesgos Agrarios y. Medioambientales (*CEIGRAM*)

Alteración del ciclo del N y emisiones de amoniaco

El nitrógeno es un elemento esencial para la vida ya que forma parte de las proteínas y del ADN de todos los seres vivos. Las plantas necesitan disponer de este nutriente para desarrollarse con normalidad. Del mismo modo, los animales necesitamos ingerir una cantidad de proteína adecuada incluyendo todos los aminoácidos esenciales. Por este motivo, la disponibilidad de nitrógeno es fundamental en la producción de alimentos. El nitrógeno entra por primera vez en los sistemas de cultivo fundamentalmente a través de los fertilizantes sintéticos y también, de la fijación de las leguminosas como son la soja, las lentejas o la alfalfa. Una vez producido el cultivo puede transferirse la cadena alimentaria para consumo humano directo o ser usado como pienso para la ganadería. Una parte significativa del nitrógeno consumido por los animales termina en el estiércol. Con un buen manejo, una parte puede ser recuperada como fertilizante para los cultivos. Sin embargo, las ingentes entradas de nitrógeno en forma de fertilizantes sintéticos y estiércoles en nuestros cultivos han posibilitado un nivel de producción agrícola y ganadera que permite alimentar a millones de personas en el planeta (Figura 1). Esto, que en principio es positivo, ocurre sin embargo a un coste muy elevado. Enormes cantidades de nitrógeno en forma de amoniaco, nitratos y óxidos de nitrógeno son emitidas desde los suelos agrícolas y sistemas ganaderos e impactan sobre la salud pública y la de los ecosistemas. En España, un caso bien conocido es el del **Mar Menor**, un buen ejemplo para entender los perjuicios que produce la elevada y continua liberación de nitrógeno a las aguas. Toneladas de N en forma de **amoniaco** son emitidas anualmente a la atmósfera, suponiendo una pérdida de eficiencia del N aplicado, y por el que pagan los y las agricultoras. Ese amoniaco, después de viajar por la atmósfera, se deposita llevando a eventos como la eutroficación, la acidificación de suelos y la pérdida de biodiversidad.

A escala global, cada año se incorporan aproximadamente 200 teragramos de nitrógeno (TgN) nuevo en cultivos y pastizales de los que solamente 49 TgN terminan en nuestros platos (35 TgN) o en cultivos de uso industrial como (14 TgN). De este (Figura 2) modo, la eficiencia de nitrógeno del sistema agroalimentario es tan solo del 24%. El resto del nitrógeno puede volver a la atmósfera en forma inerte, lo que supone una pérdida de un valioso recurso, o puede ser emitido hacia la atmósfera o las aguas como forma reactiva, degradando el medioambiente. Este nitrógeno perdido se considera "desperdicio de nitrógeno" ("*nitrogen waste*" en inglés). Las pérdidas mundiales de nitrógeno representan, por lo tanto, una grave amenaza para la sostenibilidad ambiental y comprometen la capacidad del sector agrícola para alimentar a una población en crecimiento.

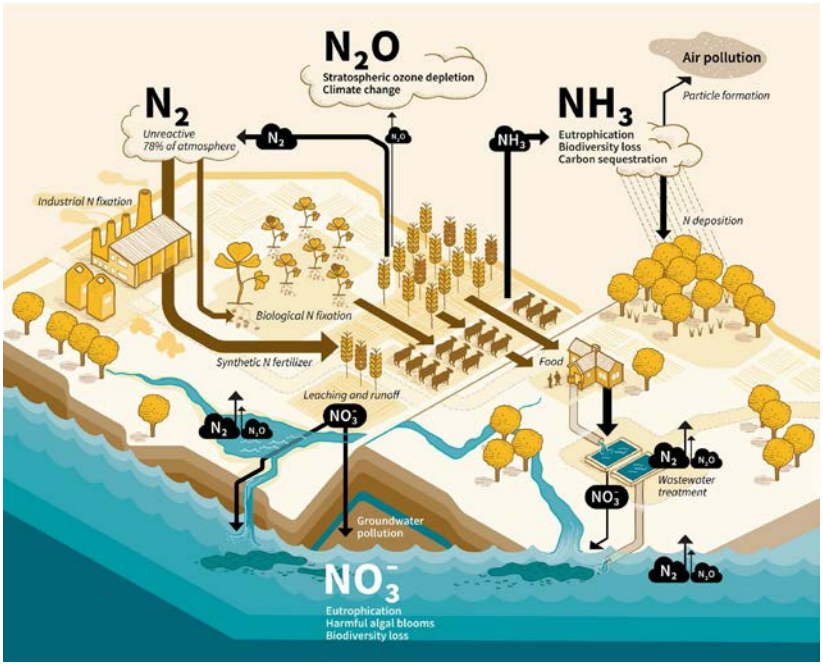


Figura 1. Ilustración de los principales impactos ambientales y de salud de las emisiones de nitrógeno (N) del sistema agroalimentario N. El N_2 no reactivo de la atmósfera se convierte en N reactivo mediante fijación industrial y biológica. En todo el sistema alimentario, las emisiones de amoníaco (NH_3), nitrato (NO_3^-) y óxido nitroso (N_2O) afectan al medio ambiente y a la salud humana de diferentes maneras. Un solo átomo de N puede tener múltiples impactos a medida que se transporta y transforma en el medio ambiente. Las flechas marrones representan flujos intencionales de N para el suministro de alimentos, mientras que las flechas negras representan desechos de N y emisiones al medio ambiente. *Ilustradora: Susanne Flodin. Fuente: Einarsson, 2024.*

A finales del año pasado, el equipo de Expertos en Nitrógeno y Alimentación (EPNF, por sus siglas en inglés), perteneciente al Grupo de trabajo sobre Nitrógeno reactivo de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (UNECE), publicó el informe ***Appetite for Change****: food system options for nitrogen, environment & health* (Leip et al., 2023). En dicho informe se hace hincapié en cómo el ciclo del nitrógeno, el sistema alimentario, el medioambiente y la salud están altamente interrelacionados. En el trabajo se identifican acciones ambiciosas para transformar el sistema agroalimentario y se constata que existen grandes oportunidades para reducir las pérdidas de nitrógeno ligadas a la producción y el consumo de alimentos con beneficios colaterales para la nutrición y la salud pública. Para ser sostenible a largo plazo, la gestión del nitrógeno debe basarse en un enfoque sistémico y requiere de una acción de gobernanza que involucre a todos los actores implicados, poniendo el foco principal en los agricultores y agricultoras para que participen activamente en el co- diseño de las estrategias de cambio.

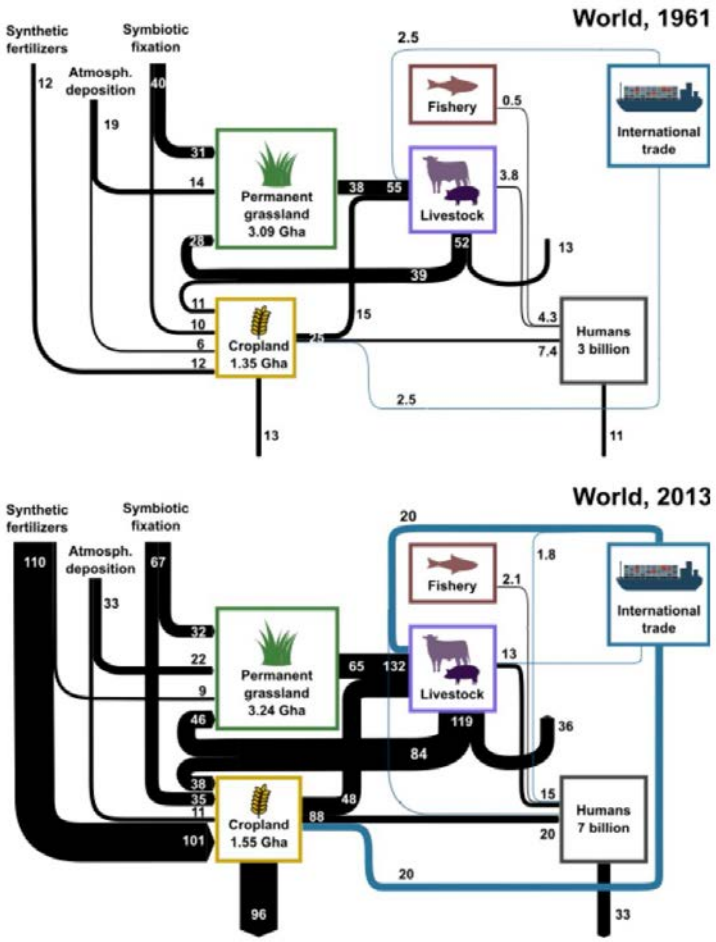


Figura 2. Flujos de Nitrógeno en el Sistema agroalimentario global, para los años *1961 y 2013, siguiendo el modelo de Representación Generalizada del Sistema Agroalimentario (GRAFS).* El ancho de las flechas corresponde al tamaño de los flujos anuales. Las cifras están en millones de toneladas métricas por año (Mt N/año). Las flechas que apuntan desde tierras agrícolas, ganado y población humana representan pérdidas de N, incluido el N2. *Fuente: Einarsson, 2024.*

La invasión de Ucrania ha incrementado en muy poco tiempo la magnitud y complejidad del reto de minimizar el desperdicio de nitrógeno. Esto se debe a que la producción industrial de fertilizantes requiere de un alto consumo de energía y recursos, específicamente de gas natural. El resultado de la crisis energética ha sido un incremento de un 300% del precio de los fertilizantes sintéticos. Por otro lado, las importaciones de proteína en forma de piensos para ganado desde Ucrania se han detenido completamente, lo que ha implicado un incremento de un 80% del precio de estos. Todo esto está amenazando la producción de alimentos nacional, ya de por sí afectada por los efectos de cambio climático, y la seguridad alimentaria en muchas regiones del planeta. Por todo ello, la disponibilidad y posterior buen manejo del nitrógeno en el sistema agroalimentario son prioritarios por motivos de seguridad alimentaria y salud humana y de los ecosistemas. La respuesta a este reto no se puede posponer y requiere de la implicación de la comunidad científica y de diversos sectores de la sociedad, incluyendo a la administración, los agricultores y los consumidores.

Saltos de la contaminación por nitrógeno

Uno de los grandes desafíos que presenta la reducción del desperdicio de nitrógeno tiene que ver con la gran conexión que existe entre los distintos compuestos nitrogenados. De forma tal que la mitigación de uno puede suponer el incremento en la emisión de otro. Este fenómeno conocido como "salto de la contaminación" ("*pollution swapping*" en inglés) es el eje de la gran complejidad ligada al diseño de estrategias efectivas de reducción del desperdicio de nitrógeno de forma integrada, así como de la dificultad de comunicar esta

problemática a la sociedad. Sirva como ejemplo de "salto de la contaminación" lo que puede suceder cuando se incorporan estiércoles líquidos en el suelo. Sin duda, esta práctica lleva a reducir de forma muy significativa las emisiones de amoniaco a la atmósfera, pero, si las condiciones del suelo y meteorológicas lo favorecen, puede llevar a la transformación del amoniaco en nitratos con un mayor riesgo de contaminación de las aguas subterráneas. Se reduce la emisión de un contaminante, pero el nitrógeno permanece y se transforma en otro.

Origen del amoniaco volatilizado desde suelos agrícolas fertilizados

La volatilización del amoníaco es una de las principales vías de pérdida de nitrógeno reactivo en los sistemas agrícolas. Los cultivos fertilizados y el manejo del estiércol son las principales fuentes emisoras de este contaminante gaseoso. Las emisiones de amoníaco (NH_3) desencadenan problemas ambientales y de salud clave en todo el mundo, relacionados con la eutrofización y la formación de 2,5 PM en la atmósfera, respectivamente. Es el único contaminante atmosférico con implicaciones transfronterizas sin una tendencia significativa de disminución entre los países de la UE. Por ejemplo, en España, las emisiones de NH_3 han aumentado desde 2013 debido principalmente al aumento de la población ganadera y al uso de estiércol como fertilizante. Además de su importante impacto ambiental, también afectan directamente los ingresos de los agricultores, ya que representan una pérdida de eficiencia en el uso de N de los fertilizantes aplicados, reduciendo así su impacto positivo en el rendimiento de los cultivos. Por lo tanto, diseñar e implementar prácticas regionales de reducción de NH_3 en el corto plazo es crucial para alcanzar los objetivos de emisiones.

El NH_3 que se volatiliza tiene como origen el N amoniacal que se encuentra tanto en los purines (la mitad del N contenido en el purín es fundamentalmente de tipo amónico), en fertilizantes sintéticos y en el propio suelo. Al aplicar fertilizantes amoniacales o ureicos, éstos se hidrolizan a amonio (NH_4^+) en una reacción catalizada por la enzima ureasa. Este nitrógeno amoniacal se libera inicialmente en la solución del suelo y es ahí donde permanece como

NH_4^+ intercambiable, pudiendo ser utilizado como substrato en el proceso de nitrificación, o

pasar a NH_3 dependiendo de las condiciones ambientales y edáficas.

$$NH_3(g) \rightleftharpoons H_3O^+ + NH_4^+ + H_2O$$

Ecuación 1. Equilibrio químico entre el amoniaco y su ácido conjugado, el amonio.

Ambas formas de N se encuentran en equilibrio químico (Ecuación 1). El que se favorezca la presencia de una u otra viene determinado por causas con una componente natural, como el contacto limitado del NH_4^+ con el coloide del suelo (arcillas-humus), la capacidad tampón del suelo, la capacidad de intercambio catiónico, el pH del suelo, la temperatura, la lluvia o riego, el contenido en agua del suelo y la presencia de residuos vegetales en el mismo. Las pérdidas de NH_3 desde un medio líquido son controladas por el gradiente de la presión parcial de NH_3 entre la superficie emisora y la atmósfera circundante.

Cuanto mayor es el pH, mayor será la proporción de nitrógeno en forma de NH_3 con respecto al nitrógeno en forma amónica. A un pH entre 6 y 7, la mayor proporción del N aparecerá como NH_4^+ (Figura 3). Los suelos con pH elevado (suelos calizos y también alcalinos o salino-alcalinos, con pH>7) presentan generalmente emisiones más intensas que los suelos agrícolas de pH ácido (Sanz-Cobeña, 2010). En todo caso, el efecto del pH sobre la volatilización de NH_3 dependerá de la capacidad tampón del suelo.

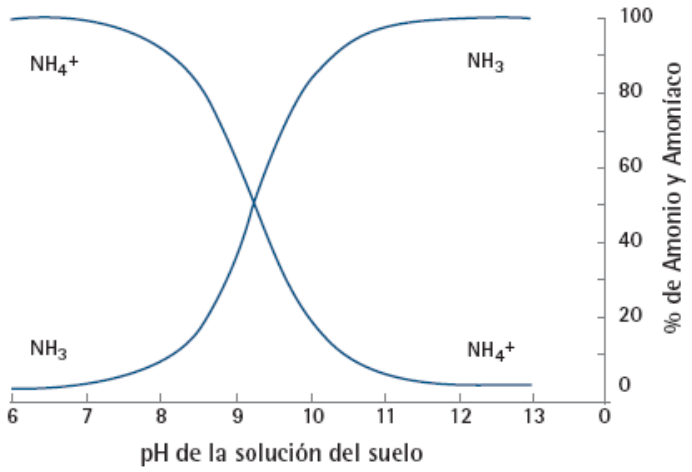


Figura 3. Evolución de la presencia de formas amónicas o amoniacales en función del pH de la solución del suelo.

Métodos de cuantificación de amoniaco en campo

Como paso previo e indispensable para la propuesta y aplicación de estrategias de mitigación eficaces, es necesaria una cuantificación efectiva de las emisiones de NH_3. En este sentido, existen tres grandes grupos en los que se

pueden clasificar las técnicas de cuantificación, casi

todas ellas basadas en la presencia de trampas ácidas (sistemas basados en la presencia de un medio ácido con el que reacciona la molécula de amoniaco presente en el aire). Por un lado, los sistemas cerrados permiten cuantificar emisiones desde fuentes pequeñas de emisión. Se trata de un sistema fiable para determinar emisiones de forma cualitativa y comparar tratamientos (Figura 4). Frente a ellos los métodos micrometeorológicos utilizados en parcelas de grandes dimensiones que permiten determinar flujos de emisión con sensibilidad a las condiciones atmosféricas de la zona de estudio y sin alterar las condiciones de la zona de estudio.

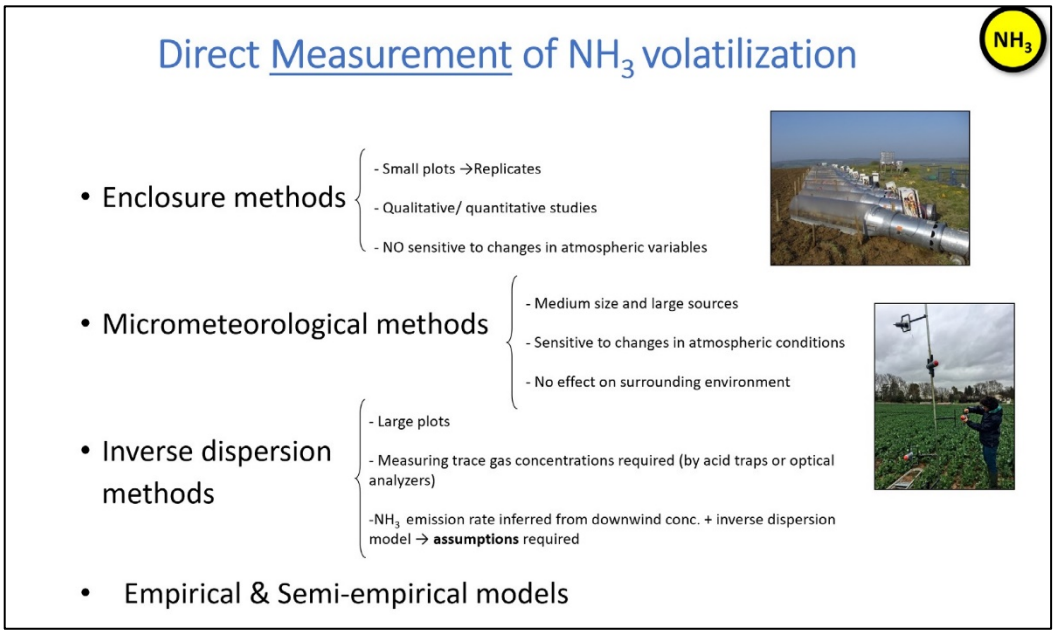


Figura 4. Tipos de métodos de cuantificación de amoniaco en suelos fertilizados.

Estrategias de reducción de emisiones

Las estrategias de mitigación propuestas para reducir las emisiones de NH3 por el uso de fertilizantes se centran en: 1) el tipo de fertilizante aplicado (sustitución total o parcial de urea, U, por otros fertilizantes sintéticos u orgánicos); 2) métodos mejorados de aplicación de fertilizantes, como incorporación, inyección y lavado del suelo, ya sea mediante lluvia o riego;

3) el uso de aditivos que afectan los procesos del suelo y conducen a una reducción de la volatilización del NH3 (por ejemplo, inhibidores de la actividad ureasa) (Bittman et al., 2014).

Sin duda, otra de las vías para aumentar la eficiencia en uso del N en la agricultura española pasa por reconectar sistemas ganaderos y cultivos, para aprovechar al máximo el N contenido en estiércoles sólidos y, sobre todo, purines. En un contexto de crisis de provisión de fertilizante por las diferentes crisis geopolíticas que marcan la actualidad, se ha indispensable fomentar el uso de estiércoles ganaderos como fuente de N en suelos agrícolas. Si bien, dicha aplicación ha de llevarse a cabo siguiendo estrategias efectivas de reducción de las emisiones

de amoniaco. La estrategia más efectiva es la incorporación de fertilizante. Basada en reducir la superficie exposición del fertilizante y la atmósfera. El tiempo transcurrido entre aplicación e incorporación es determinante, así como las condiciones del suelo y las características del fertilizante orgánico aplicado (Figura 5). Con tiempo de incorporación mayor de 4-6 horas se reduce la eficiencia de la incorporación sobre la mitigación de NH_3.

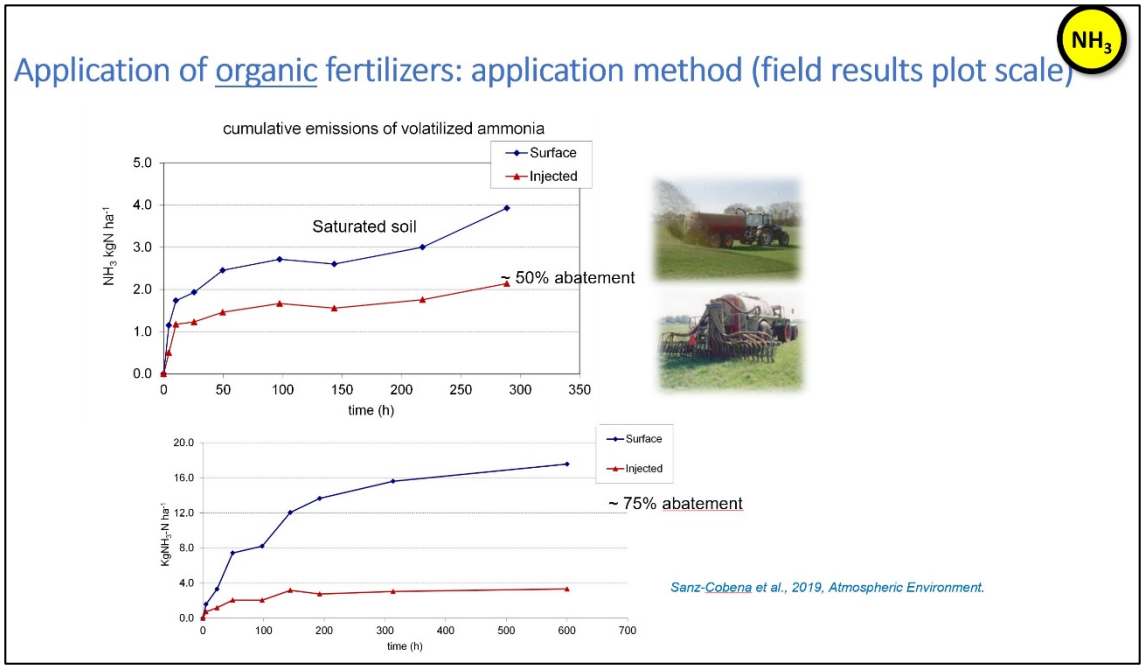


Figura 5. Incidencia de la incorporación de estiércoles líquidos sobre la volatilización de amoniaco desde suelos agrícolas. Efecto de las condiciones del suelo. Fuente: Sanz-Cobeña et al., 2019.

Referencias

Bittman S, Dědina M, Howard C, Oenema O and Sutton M 2014 Options for Ammonia Mitigation: Guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen (Edinburgh: Centre for Ecology and Hydrology)

Einarsson, R. (2024). Nitrogen in the food system. TABLE Explainer. TABLE, University of Oxford, Swedish University of Agricultural Sciences, and Wageningen University and Research. https://doi.org/10.56661/2fa45626

Sanz-Cobena, A *et al* 2023 *Environ. Res. Lett.* **18** 064030

Sanz-Cobeña, A. (2010). Ammonia emissions from fertiliser application: Quantification techniques and mitigation strategies. PhD thesis, Universidad Politécnica de Madrid.

Alberto Sanz Cobeña *es profesor en la Universidad Politécnica de Madrid e investigador del Centro de Estudios e Investigación para la Gestión de Riesgos Agrarios y Medioambientales (CEIGRAM). Es autor de cuatro capítulos del informe Appetite for Change, miembro del Panel sobre Nitrógeno reactivo de UNECE, co-coordinador de la revisión del Documento Guía para la reducción de emisiones de amoniaco en sistemas agrícolas, y codirector de la sección Europea de la Iniciativa Internacional del Nitrógeno (INI).*

EL PURÍN DE VACUNO, UN ABONO SOSTENIBLE, AMBIENTAL Y ECONÓMICAMENTE.

Juan Castro Insua
Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM)

INTRODUCCIÓN

La ganadería de vacuno se ha caracterizado por ser un sistema ligado a la tierra, donde las excreciones del ganado han sido utilizadas tradicionalmente para abonar los pastos y forrajes para la propia alimentación del ganado, y para los cereales, hortalizas etc, necesarios para la alimentación del ser humano.

En este sistema de "economía circular", los ciclos de los nutrientes (Nitrógeno, Fósforo etc.) se cerraban evitando al máximo las pérdidas ya que era la fuente de abono más importante en estos sistemas tradicionales.

Con la revolución verde y la llegada de los fertilizantes químicos "baratos" los abonos orgánicos fueron perdiendo su importancia en la agricultura, llegando a ser considerados, incorrectamente, como "residuos" por ser más engorrosos de gestionar y más difíciles de dosificar por la variabilidad de su composición y por lo tanto la mayor dificultad de calcular la dosis a aplicar para satisfacer las necesidades de nutrientes de los cultivos, ya que el purín o el estiércol en cada explotación van a ser diferentes, por las diferencias de la alimentación pero sobre todo por el grado de dilución, debido al diferente a las aguas de limpieza, lluvia (en fosas descubiertas), etc.

Esta mayor dificultad de ajustar las dosis de abondo que tienen los abonos orgánicos, se podría comparar con el cálculo de las raciones, mucho más fáciles de hacer con concentrado que con los ensilados, sobre todo de hierba, donde la digestibilidad, el contenido proteico, etc. varían no solo en cada explotación si no prácticamente en cada nuevo silo que se abra. Así, de la misma manera que se necesita un análisis de cada silo de hierba para diseñar correctamente la ración del vacuno lechero, así mismo se necesitaría un análisis específico de cada fosa de purín, lo que es prácticamente inviable.

RECOMENDACIONES PRÁCTICAS PARA FACILITAR EL CÁLCULO DE LAS DOSIS DE ABONADO DE LOS CULTIVOS CON PURINES DE VACUNO LECHERO

Existen varias metodologías que ayudan a conocer el valor fertilizante del purín, como base para hacer las recomendaciones de abonado de los cultivos.

Relación entre la producción de leche, alimentación del ganado y el Nitrógeno y fósforo disponible en el purín.

La cantidad de nutrientes excretada por el ganado, es proporcional a los ingeridos y se obtiene una muy buena relación ya que la diferencia entre unos y otros se puede calcular fácilmente, en función de la ración (ingeridos) y la producción de leche (retenidos).

En favor de los abonos orgánicos hay que decir que son más completos que los minerales, ya que la mayor parte de los nutrientes contenidos en los forrajes y los piensos (minerales, correctores, etc.) van a ser excretados.

A partir de las bases zootécnicas (BZ) para la alimentación del ganado vacuno podemos estimar la excreción de Nitrógeno y Fósforo en función de la producción de leche.

$$\text{Excreta } N_j\ (kg/año) = N_{\text{ingerido j}}\ (kg/año) - N_{\text{Retenido j}}\ (kg/año) \qquad \textit{Ecuación 79}$$

$N_{\text{ingerido j}}$ $(kg/año)$: nitrógeno ingerido por la categoría j (*apartado 7.7*)

$N_{\text{Retenido j}}$ $(kg/año)$: nitrógeno retenido por la categoría j (*apartado 7.8*)

Para establecer la parte del nitrógeno que corresponde a heces y orina se considera, en primer lugar que el nitrógeno de las heces es:

$$N_{\text{Heces j}}\ (kg/año) = PB_{\text{ingerida j}} \cdot (1 - DPB_{\text{ración j}}) \times 0{,}16 \qquad \textit{Ecuación 80}$$

Siendo:

$PB_{\text{ingerida j}}$: ingesta de proteína bruta en la categoría j, en kg/año (*apartado 7.7*)

$DPB_{\text{ración j}}$: digestibilidad de la PB ingerida por la categoría j (tanto por uno)

El nitrógeno de la orina será:

$$N_{\text{Orina j}}\ (kg/año) = \text{Excreta } N_j\ (kg/año) - N_{\text{Heces j}}\ (kg/año) \qquad \textit{Ecuación 81}$$

Figura 1: Fórmulas para calcular las excretas de Nitrógeno BZ (MAPA, 2019)

OTRAS CARACTERÍSTICAS DEL PURÍN INFLUENCIADAS POR LA ALIMENTACIÓN

La alimentación también va a influir en la materia orgánica excretada por el ganado, ya que las raciones, más digestibles, que coinciden con el ganado de mayor rendimiento lechero, aportarán, menor cantidad de materia orgánica "recalcitrante" por tonelada excretada, que las raciones con mucha fibra, sobre todo lignina, que será la materia orgánica que se acumulará en el suelo, fijando más carbono.

Normalmente, las vacas que consumen más forraje o hacen pastoreo, suelen tener un purín menos rico en fósforo y más rico en potasio, que las más productivas estabuladas todo el año, con mayor consumo de pienso en la ración.

La cantidad de nutrientes excretados por vaca será proporcional al rendimiento lechero como se refleja en la siguiente figura.

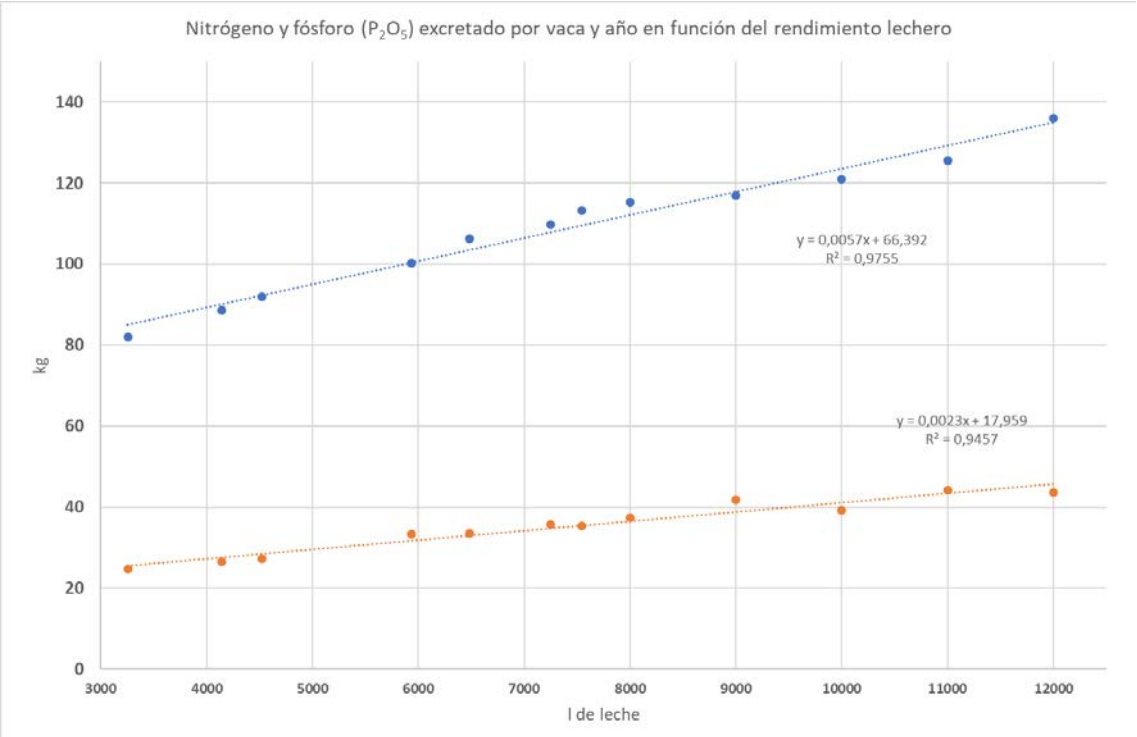


Figura 2: Relación entre producción anual de leche y N y P2O5 excretado por vaca.

ALIMENTACIÓN Y REDUCCIÓN DE EMISIONES

Las emisiones de amoniaco (NH3), óxido nitroso (N2O) al aire, y nitrato (NO3) a las aguas subterráneas y

superficiales van a depender en gran medida por la ingesta de proteína en la ración ya que ésta afecta significativamente a la excreción de N urinario, que es mucho más contaminante que el N fecal. La cantidad de N excretada en la orina varía ampliamente. La excreción urinaria, en general disminuye al reducir la proporción de proteína en la ración. La mayor parte del N en la orina (del 50 % a más del 90 %) está presente en forma de urea. La concentración de N en la orina del ganado oscila entre 3 y 20 g/l.

El N orgánico a diferencia del amoniacal, es un N de liberación lenta que se va liberando por la acción de la fauna, y microbiología del suelo, de forma más acompasada a como se va necesitando los nutrientes por la planta.

A partir de los datos publicados en las BZ, se calcula que el contenido proteico de la ración media en España oscila entre el 15% y el 16,3 %, con una ingestión media de nitrógeno de entre 140 y 178 kg anuales (384 y 488 g día) mientras que el porcentaje de TAN se estima en un 70,5 % muy superior a los datos reflejados en la bibliografía, según los cuales debería estar comprendido entre el 50 y el 67% del N total, según se aprecia en la Figura

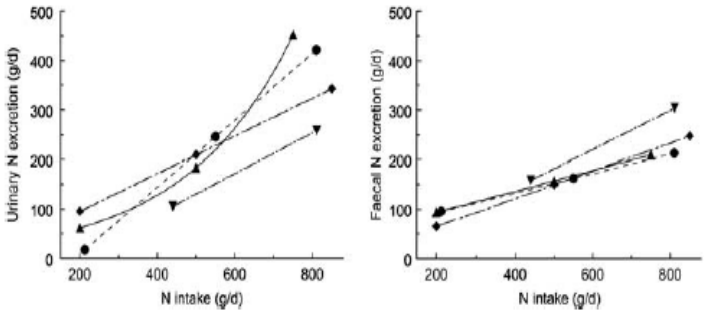


Figure 2 Relationship between N intake (NI; g/day) and N excretion in urine (UN; g/day; left-hand side graph) and N excretion in faeces (FN; g/day; right-hand side graph). ▲, Castillo *et al.* (2000); UN = $30.4e^{0.0036NI}$; FN = 52.3 + 0.21NI. ●, Huhtanen *et al.* (2008); UN = −126 + 0.676NI; FN = 54 + 0.197NI. ▼, Weiss *et al.* (2009); UN = −75.0 + 0.412NI; FN = −13.8 + 0.392NI. ◆, Kebreab *et al.* (2010); UN = 20 + 0.38NI; FN = 10 + 0.28NI.

Figura 3: relación entre nitrógeno ingerido y excreción de orina del ganado

Por lo tanto, el elevado porcentaje de TAN utilizado por el MITERD es la causa principal de las elevadas emisiones de amoniaco del ganado vacuno lechero, lo que contrasta con las buenas MTDs en alimentación del sector porcino español que ha evolucionado prodigiosamente en lo que podríamos llamar una verdadera "alimentación de precisión", hecho fundamental, junto con la mejora genética, otras medidas dentro de los establos, etc para rebajar las emisiones de amoníaco a pesar del gran incremento de la cabaña porcina.

Emisiones de NH_3 del vacuno de leche y porcino en función de la evolución de la cabaña ganadera *(MITERD 2024)*

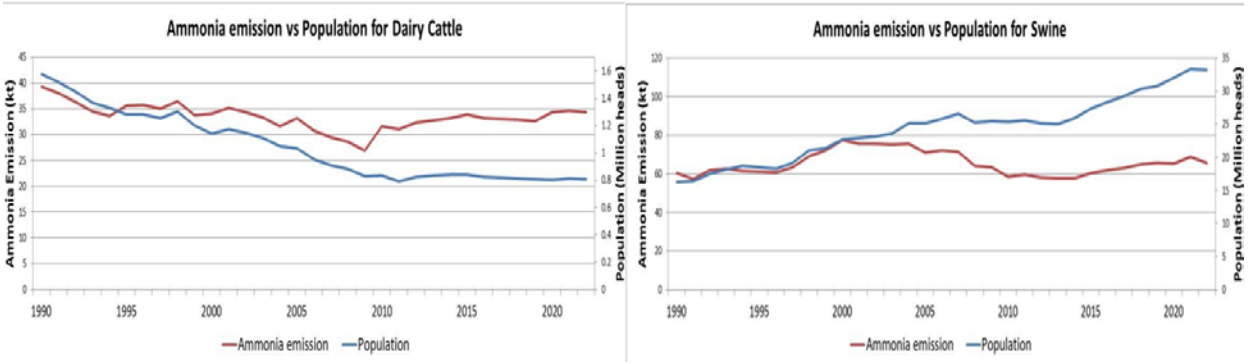


Figura 4: evolución de las emisiones del vacuno lechero y porcino, 1990-2022 (MITERD, 2024)

Debería por tanto ser una prioridad revisar y mejorar, si cabe, el ajuste proteico de las raciones del ganado vacuno lechero utilizadas en España, por ser la mejor MTD para reducir las emisiones de amoníaco. Por otro,

lado para incentivar este ajuste proteico de la ración, se podría pensar en el diseño e implementación de medidas agroambientales, o ecoesquema en la Nueva PAC 2023-2027 vigente.

A Continuación, se muestra la sensibilidad del cálculo de las emisiones al parámetro % de TAN del N excretado total. (**Figura 5**)

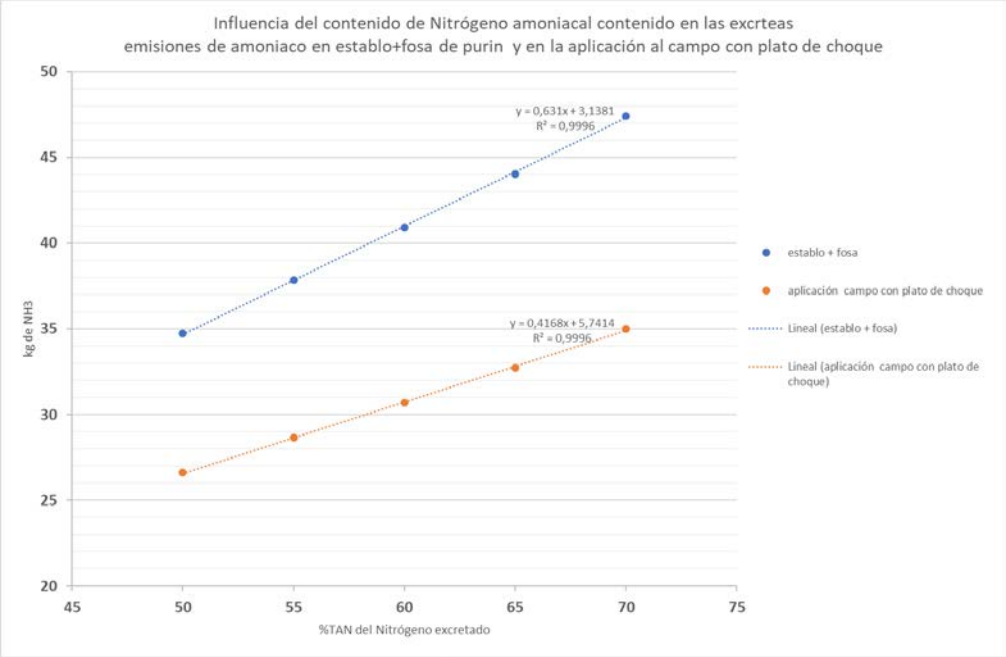


Tabla A-351. Necesidad de proteína digestible en el intestino (kg/año) de la categoría *Vacas lecheras* (n_{10}) en pastoreo. Años 1990 a 2015

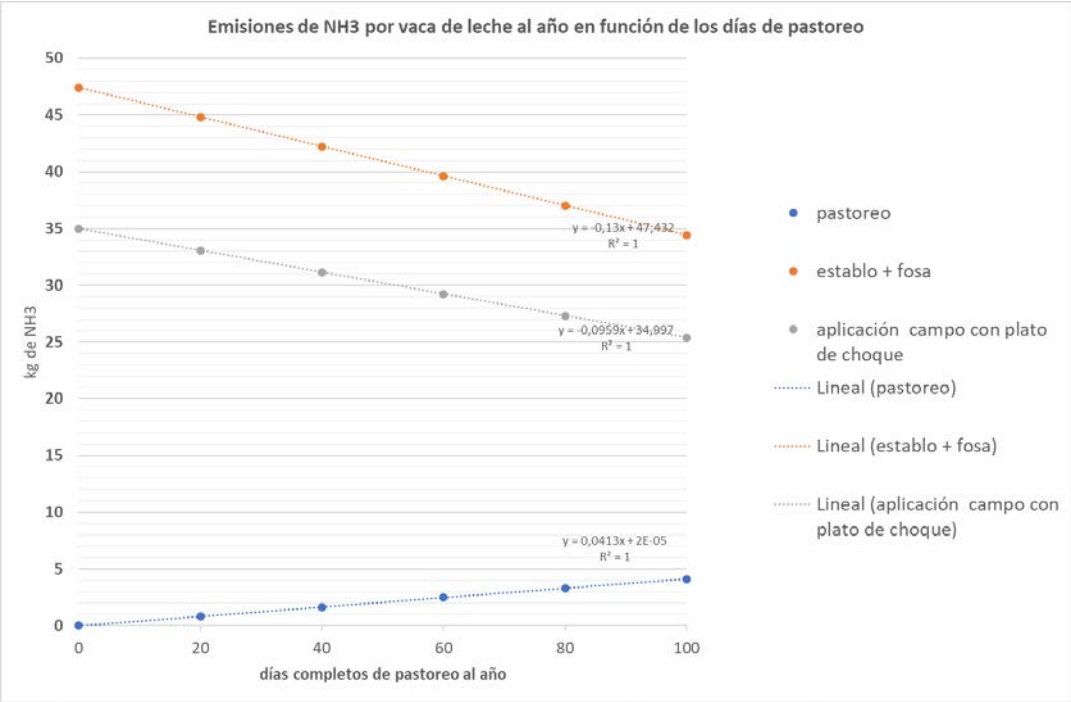
Provincias	CC.AA	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
A Coruña	Galicia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lugo		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ourense		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pontevedra		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P. de Asturias	P. Asturias	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cantabria	Cantabria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Álava	País Vasco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Guipúzcoa		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vizcaya		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Navarra	Navarra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
La Rioja	La Rioja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Huesca	Aragón	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Teruel		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zaragoza		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Barcelona	Cataluña	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Girona		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lleida		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tarragona		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Baleares	Baleares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ávila	Castilla y León	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Burgos		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
León		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Palencia		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Salamanca		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Segovia		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soria		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valladolid		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zamora		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Madrid	Madrid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Albacete	Castilla La Mancha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ciudad Real		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cuenca		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Guadalajara		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toledo		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alicante	C. Valenciana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Castellón		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valencia		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R. de Murcia	R. de Murcia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Badajoz	Extremadura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cáceres		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Almería	Andalucía	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cádiz		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Córdoba		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Granada		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Huelva		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jaén		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Málaga		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sevilla		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Las Palmas	Canarias	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S.C. de Tenerife		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tiempo de pastoreo en la España Húmeda: Informe INIA, 2014.

VALORES MEDIOS	Horas diarias de pastoreo en cada estación			
	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Media general	**5,32**	**5,97**	**4,73**	**2,9**
Error estándar	*0,29*	*0,39*	*0,31*	*0,21*
IC inferior	*4,74*	*5,2*	*4,12*	*2,49*
IC superior	*5,9*	*6,75*	*5,34*	*3,32*
Medias por Estrato				
Estrato 1	5,5	5,7	4,8	3,8
Estrato 2	4,6	5,3	4,2	2,8
Estrato 3	5,8	6,8	5,3	2,7
Estrato 4	5,5	6,2	4,9	3,0
Estrato 5	5,0	4,3	3,7	2,1
Estrato 6	2,7	2,1	2,5	2,0
Medias por CA				
Asturias	5,7	8,3	5,4	2,6
Cantabria	4,5	4,9	3,7	0,8
Galicia	5,3	5,4	4,6	3,3
Navarra	5,3	5,4	5,7	0,0
País Vasco	5,7	12,4	6,0	2,8

	primavera	verano	otoño	invierno	horas/año	días/año
Asturias	513	747	486	234	1980	**83**
Cantabria	405	441	333	72	1251	**52**
Galicia	477	486	414	297	1674	**70**
Navarra	477	486	513	0	1476	**62**
P Vasco	513	1116	540	252	2421	**101**

Y en la siguiente se muestra la influencia del tiempo de pastoreo del ganado sobre las emisiones **(Figura 6)**



Si en el inventario español, se tuviera en cuenta el tiempo de pastoreo del ganado, las emisiones de amoníaco se

reducirían por vaca y año desde 5 kg (10%) hasta 13 kg (27%) en Cantabria y País Vasco respectivamente, o 10 kg en Galicia (21%), pero hasta ahora, los datos oficiales del ministerio, no recogen ni una hora de pastoreo en España, del Vacuno lechero, lo que es una verdadera aberración.

Tabla A-351. Necesidad de proteína digestible en el intestino (kg/año) de la categoría *Vacas lecheras* (n_{10}) en pastoreo. Años 1990 a 2015

Provincias	CC.AA	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
A Coruña	Galicia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lugo		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ourense		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pontevedra		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P. de Asturias	P. Asturias	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cantabria	Cantabria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Álava	País Vasco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Guipúzcoa		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vizcaya		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Navarra	Navarra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
La Rioja	La Rioja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Huesca	Aragón	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Teruel		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zaragoza		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Barcelona	Cataluña	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Girona		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lleida		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tarragona		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Baleares	Baleares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ávila	Castilla y León	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Burgos		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
León		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Palencia		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Salamanca		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Segovia		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soria		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valladolid		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zamora		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Madrid	Madrid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Albacete	Castilla La Mancha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ciudad Real		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cuenca		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Guadalajara		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toledo		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alicante	C. Valenciana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Castellón		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valencia		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R. de Murcia	R. de Murcia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Badajoz	Extremadura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cáceres		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Almería	Andalucía	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cádiz		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Córdoba		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Granada		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Huelva		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jaén		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Málaga		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sevilla		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Las Palmas	Canarias	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S.C. de Tenerife		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

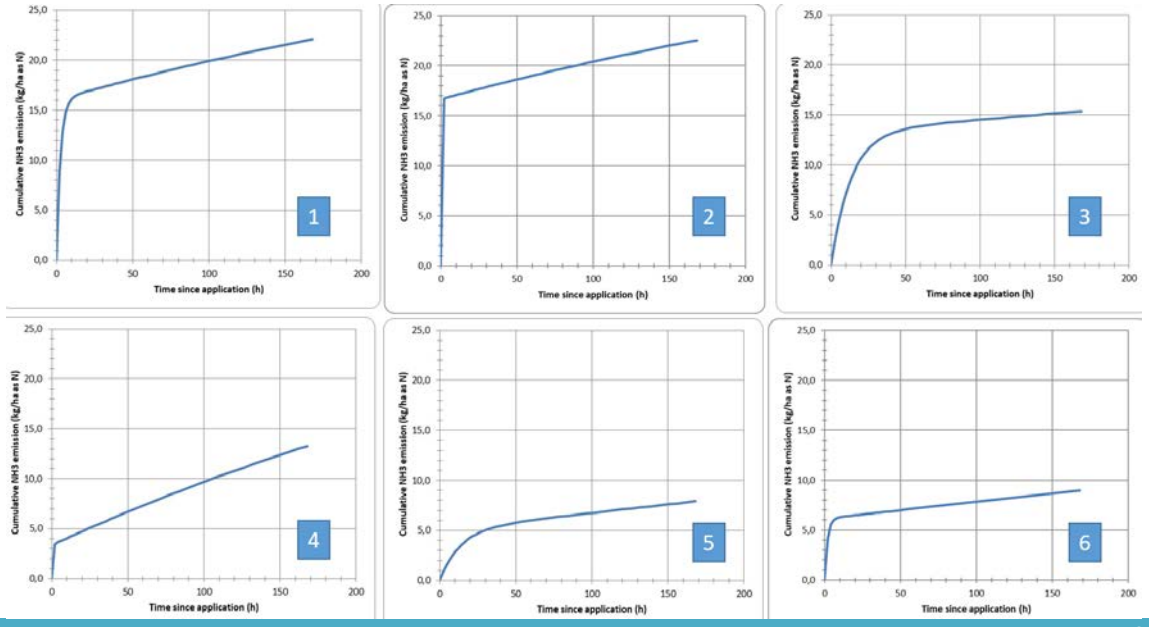
Figura 7: Bases zootécnicas para el cálculo del balance alimentario (MAPA 2019)

CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE NH3 EN LA APLICACIÓN DEL PURÍN AL SUELO: EL MODELO ALFAM

Las condiciones de aplicación al campo del purín son las que van a definir la fase más delicada de la gestión del purín como abono, siendo la más difícil de gestionar ya que dependemos, entre otros de factores variables como es la meteorología.

El modelo ALFAM predice las emisiones de NH3 en función de las siguientes variables: materia seca del purín, método de aplicación, dosis de aplicación, incorporación (superficial o profunda) y tiempo transcurrido desde que se aplica al suelo, temperatura del aire, velocidad del viento y lluvia.

A continuación, se muestran unos ejemplos de salidas del modelo para diferentes situaciones para una misma dosis de 30 m3/ha, con un 8% de materia seca con un contenido de N amoniacal (TAN) de 1,2 kg/tonelada de purín



	Equipo de aplicación	Enterrado	Tiempo de enterrado (horas)	Temperatura ºC	Lluvia (mm/h)	Velocidad del viento m/s	Pérdidas de NH3 (kg)
1	Plato de choque	no	/	13	0	2.7	22.1
2	Plato de choque	no	/	26	0	2.7	22.53
3	Plato de choque	superficial	4	13	0	2.7	15.38
4	Plato de choque	no	/	13	5	2.7	13.27
5	inyectado	no	/	13	0	2.7	7.91
6	inyectado	no	/	26	0	2.7	8.95

Figura 7: Calculo de las pérdidas de NH3 en la aplicación del purín al suelo mediante el modelo ALFAM

Conviene señalar el efecto de la lluvia ligera (5 mm/h) en la disminución de las emisiones de amoníaco, (4) ya que es una buena práctica tradicional (MTD) empleada en la España Húmeda, que sirve para evitar la formación de costra y ensuciar la hierba, y que también introduce el purín en el suelo. La precipitación deber ser tipo “orballo”, “calabobos”, “chiri-miri” etc. (no muy intensa) para evitar que el Nitrógeno se pierda por lixiviación.

EL PROGRAMA RAX DE RECOMENDACIONES DE ABONADO CON PURÍN

El programa RAX (García *et al*, 2015), es un programa realizado en el Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM), diseñado para ayudar a utilizar el purín como abono principal del abonado.

Las ventajas de este programa, on-line, gratuito, es su versatilidad, donde el técnico o el ganadero puede obtener la recomendación de abonado en función de la calidad de la información de que disponga, desde la más completa y de mayor complejidad (historial de abonado, historial de análisis de suelos, análisis del purín, rendimientos del cultivo, etc.), pero también permite, estimar el valor fertilizante a través de la densidad (con un densímetro), un conductímetro o las dos lo que aumentaría el grado de predicción del valor fertilizante. También incorpora el modelo ALFAM (Sasha *et al*, 2018) lo que permite conocer las pérdidas de amoníaco y la cantidad de Nitrógeno que va a llegar finalmente a la planta, en función de la dosis, materia seca condiciones meteorológicas etc.

CONCLUSIONES

Un enfoque integrado de la nutrición animal y de la buena gestión de los nutrientes excretados por el ganado como abono, permitiría una reducción de emisiones de forma eficiente, tanto económicamente, al ser la proteína uno de los componentes más caros de la ración, como ambientalmente.

Existe mucho margen de mejora en la información utilizada tanto por el MAPA como por el MITERD para calcular las emisiones de NH3, en las que influyen de manera significativa, el tiempo de pastoreo del ganado, el contenido proteico de las raciones, y sobre todo la proporción de TAN, ya que la utilizada en el inventario español, se encuentra en el umbral extremo de la bibliografía, lo que convendría revisar urgentemente, como primera medida de mitigación, antes de tomar otras medidas más costosas y engorrosas burocráticamente, como muchas de las incluidas en el RD de Nutrición sostenible de los suelos, de obligado cumplimiento en la condicionalidad de la PAC Española.

BIBLIOGRAFIA.

Dijkstra, J.; Oenema, O.; Van Groenigen, Jan Willem; Spek, J.W.; Vuuren, A.; Bannink, A. 2013. *Diet effects on urine composition of cattle and N2O emissions*.
DO- 10.1017/S1751731113000578. JO Animal.

Flores-Calvete, G.; Martínez Fernández, A.; Doltra, J.; García, A. y Eguinoa, P. 2017. Encuesta sobre estructura y sistemas de alimentación de las explotaciones lecheras
de Galicia, Cornisa Cantábrica y Navarra. Informe del Proyecto INIARTA2012-00065-C05.
http://ciam.gal/pdf/informeinia.pdf

García, M.I.; Báez, D.; Castro, J.; Gilsanz, C. 2015. A aplicación web RAX de recomendación de abonado con xurro no millo forraxeiro. Utilización de métodos rápidos de análise
de xurro. Afriga, 115, 132-140

MAPA 2019. Bases zootécnicas para el cálculo del balance alimentario. Bovino
MITERD 2024. Inventario de Gases contaminantes a la atmósfera.
Sasha D. Hafner and Andreas Pacholski and Shabtai Bittman and William Burchill and Wim Bussink and Martin Chantigny and Marco Carozzi and Sophie Génermont and Christoph Häni and Martin N. Hansen and Jan Huijsmans and Derek Hunt and Thomas Kupper and Gary Lanigan and Benjamin Loubet and Tom Misselbrook and John J. Meisinger and Albrecht Neftel and Tavs Nyord and Simon V. Pedersen and Jörg Sintermann and Rodney B. Thompson and Bert Vermeulen and Annette V. Vestergaard and Polina Voylokov and John R. Williams and Sven G. Sommer}, 2019. *The ALFAM2 database on ammonia emission from field-applied manure: Description and illustrative analysis https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.11.027*

ES NECESARIO, PROPORCIONAL Y COHERENTE TANTO PAPELEO PARA GESTIONAR EL PURIN COMO ABONO?

Juan Castro Insua

Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM)

INTRODUCCIÓN

La UE dispone desde hace mucho tiempo de una legislación que combate la contaminación por nutrientes en el agua, el aire y las emisiones industriales. Sin embargo, los niveles de contaminación perjudiciales para la salud humana y el medio ambiente persisten debido principalmente a las notables carencias de la legislación específica y a problemas significativos en su aplicación. Pero también puede deberse a la falta de un enfoque integrado de la contaminación por nutrientes que abarque el aire, el agua, el suelo y el clima.

La Unión Europea considera la contaminación de origen difuso como un problema central en sus políticas ambientales y agrarias. Por ello, ha planteado estrategias europeas, como al denominada “de la granja a la mesa” alineada con la Estrategia de Biodiversidad para 2030, englobadas en el Pacto Verde Europeo. Estas líneas de acción pretenden, entre otros objetivos, una reducción de la contaminación por exceso de fertilizantes del 50%, y una reducción del 20% en su uso. Las citadas metas se deberán alcanzar antes de finales del año 2030 y en un plazo próximo al de final del año 2027.

En el Estado Español, los Planes Hidrológicos de Cuenca del 2.º ciclo, señalaban que la contaminación difusa afectaba significativamente al 43 % de las masas de agua de superficie y al 56 % de las masas de aguas subterránea en España.

El reciente incremento de la actividad del sector ganadero intensivo ha conllevado un aumento paralelo en la generación de estiércoles generados en algunas comarcas española y su utilización como fertilizantes agrarios, pero no se observa una disminución paralela en la demanda de fertilizantes nitrogenados sintéticos.

El aumento registrado de la cabaña ganadera se concentra especialmente en las grandes explotaciones intensivas, sujetas al régimen de autorización ambiental integrada.

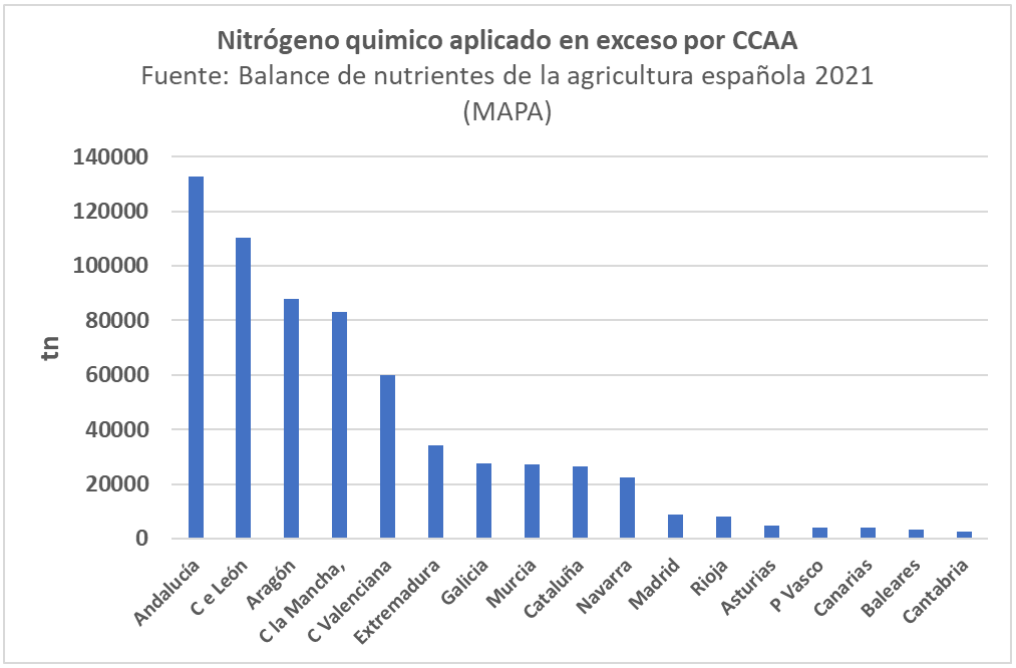
La gran producción de estiércol en estas explotaciones demanda importantes superficies para su aplicación, que con frecuencia superan el ámbito de una sola explotación agrícola y además los titulares de las grandes explotaciones ganaderas no siempre coinciden con los de las explotaciones agrícolas de destino, a los que corresponde tomar las decisiones sobre su explotación y sobre el consecuente plan de abonado.

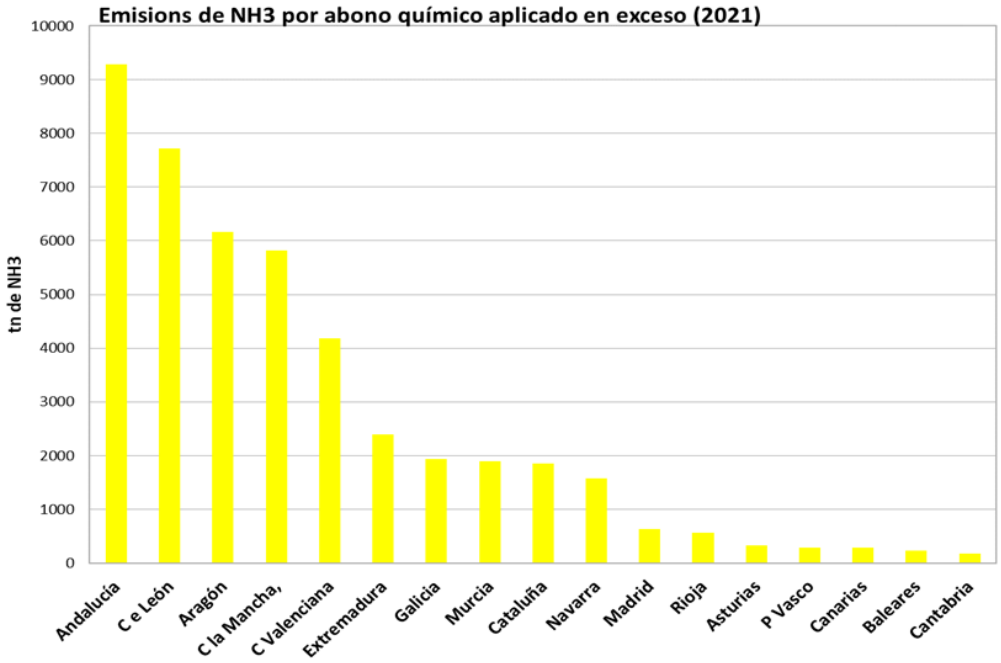
Los últimos datos disponibles sobre el balance de nitrógeno en la agricultura española año 2021, calculan un excedente neto aproximadamente de 0,7 millones de toneladas anuales y 0,19 de P2O5 que queda retenido en el suelo o pierden en las aguas.

En las **figuras 1 y 2** se comprueba el exceso de nitrógeno químico aplicado al suelo en las CCAA, según los datos del último balance de Nitrógeno de la agricultura española publicado (2021) y las emisiones de NH3 que se podrían evitar en cada CCAA reduciendo el abonado químico, si se priorizara y se hiciera un buen uso de los abonos orgánicos. .

La producción industrial de fertilizantes químicos consume el 1–2 % de la energía total producida en la UE, generando emisiones de CO2 y aumentando nuestra dependencia del gas. Por otro lado, hay que tener presente que el óxido nitroso (que procede en un 70 % de la aplicación de fertilizantes nitrogenados en la agricultura) es un gas de efecto invernadero 300 veces más potente que el CO2 en cuanto a su capacidad de provocar calentamiento global, y una poderosa sustancia que destruye el ozono

Los costes medioambientales globales de toda la contaminación por nutrientes en Europa se estiman en entre 70 000– 320 000 millones EUR al año.





INCUMPLIMIENTO DE LA DIRECTIVA NITRATOS EN ESPAÑA: EL DICTAMEN MOTIVADO DE LA COMISON

La Comisión en julio de Julio de 2020 emitió un *"dictamen motivado"* Dirigido al Reino de España por incumplimiento de las obligaciones que le incumben en virtud del artículo 3, apartado 4, y del artículo 5, apartados 4 (leído en relación con los anexos II y III), 5 y 6, de la Directiva 91/676/CEE del Consejo, de 12 de diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura de conformidad con el artículo 258 del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea,

La Comisión observó tendencias al alza en la contaminación de las Zonas Vulnerables a los nitratos (ZVN) en aguas subterráneas de Castilla-La Mancha y Castilla y León, y aguas de superficie de Aragón, Murcia y Navarra), señalando que los Programas de Acción (PA) de bastantes comunidades autónomas no incluyeron todos los elementos contemplados por la

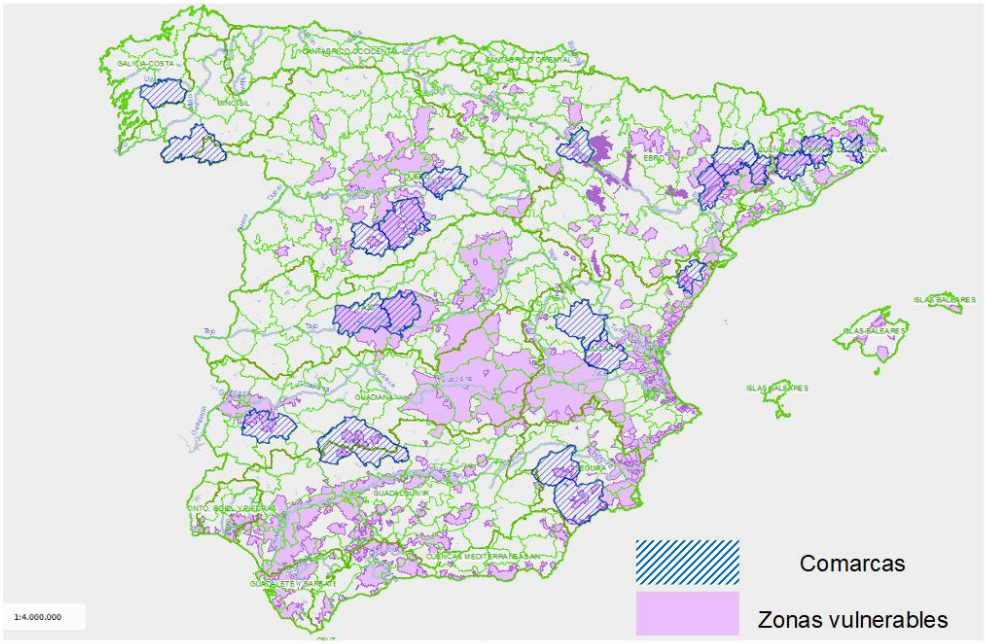
Directiva nitratos, que dichos PA no estaban cumpliendo su objetivo y que las medidas previstas eran insuficientes para alcanzarlos.

Como prueba del incumplimiento de los PA se puede ver en la **figura 3** como las comarcas agrarias, que ya tenían en su inmensa mayoría zonas vulnerables en 2009, continuaron incrementando la cabaña, fundamentalmente de porcino, y el nitrógeno aportado al suelo en vez de reducirlo, como debería haberse hecho por las CCAA, que no controlaron su cumplimiento *"efectivo y no sólo en el papel"*, para que la cantidad de estiércol aplicada a la tierra cada año, no excediera los 170 kg por hectárea que obligaba la declaración de zonas vulnerables.

La Comisión considero que España vulneró la Directiva al incumplir la adopción de PA efectivos y medidas adicionales en dichos PA no eran suficientes, y que tendrían que haber sido las siguientes

Comarcas agrarias más intensificadas entre 2009-2020.

Fuente: Censo Agrario



Medidas que deberían cumplir los programas de Acción (PA)

1. los períodos en los que está prohibida la aplicación a las tierras de fertilizantes;

2. la capacidad de los tanques de almacenamiento de estiércol

3. la limitación de la aplicación de fertilizantes a las tierras que sea compatible con las prácticas agrarias correctas y que tenga en cuenta, en particular:

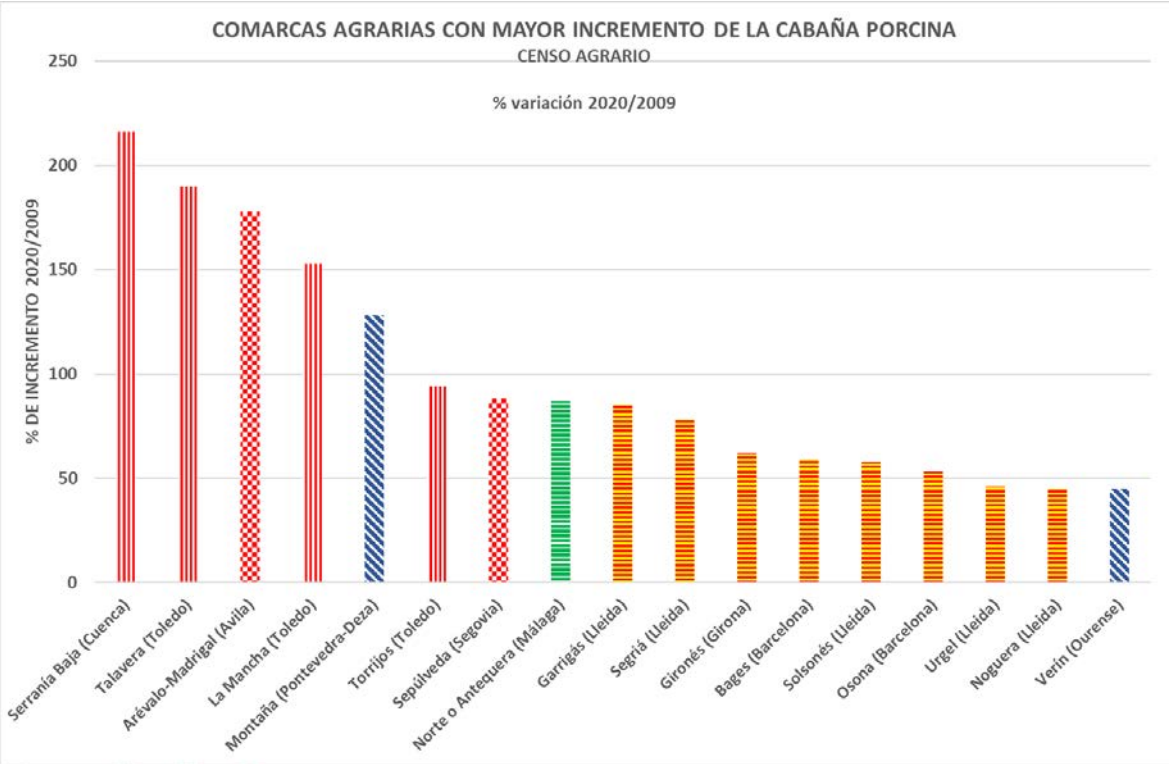
- las condiciones del suelo, el tipo de suelo y la pendiente;
- las condiciones climáticas, de pluviosidad y de riego;
- los usos de la tierra y las prácticas agrarias, incluidos los sistemas de rotación de cultivos;
- la cantidad previsible de nitrógeno que vayan a precisar los cultivos,
- la cantidad de nitrógeno que los suelos y los fertilizantes proporcionan a los cultivos a través de la mineralización neta de las reservas de nitrógeno orgánico en el suelo,
- los aportes de compuestos nitrogenados procedentes de excrementos animales,
- los aportes de compuestos nitrogenados procedentes de fertilizantes químicos y otros.

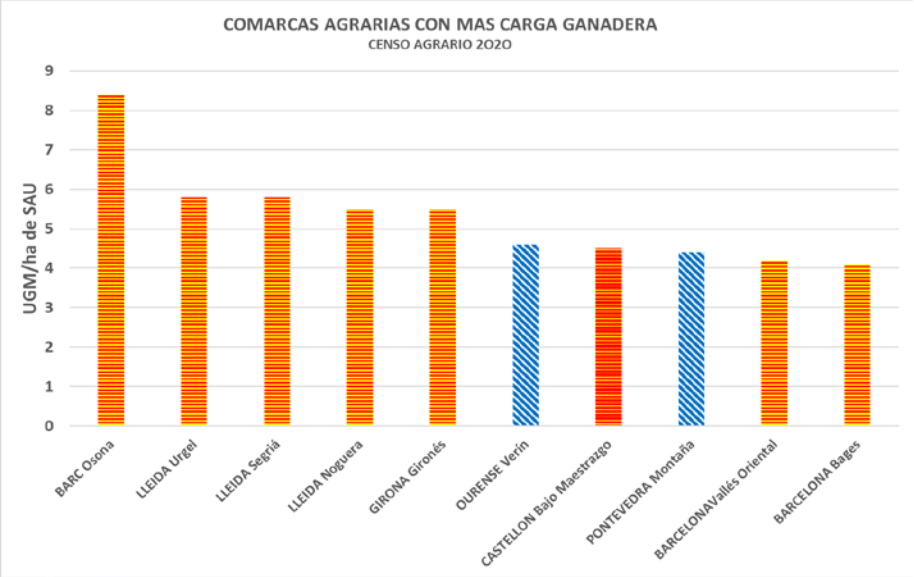
Estas medidas deberían evitar que, para cada explotación o unidad ganadera, la cantidad de estiércol aplicada a la tierra cada año, excediera de 170 kg N por ha de SAU.

La Comisión considero que España no había adoptado las medidas necesarias en los PA identificando los elementos que faltaban en las Comunidades de: Andalucía, Aragón, Castilla-La Mancha, Castilla y León, Extremadura, Islas Baleares, Islas Canarias, La Rioja, Madrid, Navarra y País Vasco.

La Comisión consideró que España también vulneró la Directiva por no adoptar, en los PA, *"medidas adicionales"* en el momento que se puso de manifiesto en las analíticas de aguas de los Informes cuatrienales de los Planes Hidrológicos de Cuenca, que las medidas previstas en dichos Programas no eran suficientes para alcanzar los objetivos de la Directiva.

Es evidente que no se han tenido en cuenta ni se han estudiado "en impacto las presiones agropecuarias" para evitar a la contaminación de las aguas en las zonas sensibles y vulnerables, cuando como se ha permitido incrementar la carga ganadera en Zonas Vulnerables **Figuras 4 y 5**





RESPUESTA DEL GOBIERNO DE ESPAÑA AL DICTAMEN DE LA COMISIÓN: EL RD DE NUTRICIÓN SOSTENIBLE

La respuesta del Gobierno de España al dictamen de la Comisión fue preparar *"un nuevo marco normativo"* con medidas para reducir el impacto medioambiental de la aplicación de productos fertilizantes y otras fuentes de nutrientes y materiales orgánicos en los suelos. Concretamente, el proyecto de regulación tendría por objeto:

(a) reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y combatir el cambio climático;

(b) reducir las emisiones de otros gases contaminantes, en especial el amoniaco;

(c) impedir la contaminación de las aguas, tanto superficiales como subterráneas;

(d) impedir la acumulación de metales pesados y otros contaminantes en los suelos agrícolas; y

(e) establecer disposiciones sobre la comercialización y el uso de los productos fertilizantes y otras fuentes de nutrientes o materiales orgánicos.

El RD de Nutrición Sostenible de los suelos, pretendía de una forma muy ambiciosa, acabar con todos los problemas de incumplimiento tanto de la Directiva Nitratos como la de Emisiones a la atmósfera de gases contaminantes (amoníaco) siendo incluso más exigente que la Directiva de Emisiones industriales, que excluía a las explotaciones de menos de 380 UGM, así como la Directiva Nitratos.

Este RD es una norma técnicamente mucho más compleja que las contempladas en los PA de la Directiva Nitratos, que requiere conocimientos especializados en la toma de muestras de suelo, o purines, interpretación de los análisis, recomendaciones de abonado, manejo de cuadernos de campo digitales etc. pero además, se tendrían que aplicar en todo el territorio del Estado Español, aunque no tuvieran problemas de contaminación por nitratos, cuando en el Dictamen de la Comisión se advierte reiteradamente , que ampliar territorialmente las medidas de regulación de la fertilización, no tiene nada que ver ni se considera una solución para resolver los problemas concretos denunciados en el incumplimiento de las medidas necesarias en los PA de las respectivas CCAA para resolver la contaminación por nitratos en las zonas ya declaradas vulnerables.

La complejidad técnica y burocrática de esta nueva legislación española de fertilización, su ampliación a todo el territorio español, el no poner un umbral de tamaño de explotación adecuado que excluya a las pequeñas explotaciones familiares, la reiterada modificación del texto, los aplazamientos sucesivos de entrada en vigor etc, ha causado una gran inseguridad jurídica a la hora de la aplicación del abono orgánico y en el cumplimiento de la condicionalidad para en el cobro de las ayudas de la PAC,.

CONTAMINACIÓN ATMOSFERICA POR AMONIACO

La Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmosfera ponía un umbral de 500 UGM, a partir del cual estarán sujetas a unos requisitos más exigentes de control de emisiones que aquellas explotaciones con menos UGM.

La renovación de la antigua directiva de emisiones industriales, que incluía ya las explotaciones de aves y porcino de mayor tamaño, se modifica en el año 2023 para afectar a más explotaciones de cerdos y aves de corral rebajando el umbral a 350 y 280 UGM, respectivamente quedando finalmente fuera las explotaciones de vacuno, porque *"afectaría negativamente a las pequeñas y medianas explotaciones familiares de toda la UE"*, (a pesar de que las propuestas sobre la mesa de negociación solo abordaban el 1% de todas las explotaciones de vacuno de Europa).

Mientras tanto en España se redacta el R Decreto de Nutrición sostenible de suelos, que no contempla un umbral de UGM pero si de SAU quedando exentas de su cumplimiento las explotaciones menores a 10 ha, que equivaldría, según los datos del censo a Explotaciones de menos de 23 vacas de leche, o 18 vacas de carne!! muy por debajo del umbral incluso de la tan discutida modificación del UMBRAL en la comentada Directiva de Emisiones lo que es incoherente, injustificable y desleal contra los intereses españoles, sobre todo del sector vacuno, y en particular de Galicia y la Cornisa que tiene las explotaciones más pequeñas y por lo tanto serán las más penalizadas por no poder recibir las ayudas de la PAC.

Otra norma que regula las obligaciones de los ganaderos en la gestión de sus estiércoles, es el Real Decreto 1053/2022, de 27 de diciembre, por el que se establecen normas básicas de ordenación de las granjas bovinas que incorpora el requisito de reducir las emisiones de gases contaminantes y gases de efecto invernadero mediante la aplicación obligatoria de técnicas de reducción de emisiones análogas a las denominadas Mejores Técnicas Disponibles.

También se incorporan medidas para cumplir con los compromisos nacionales de reducción de emisiones de amoniaco establecidos en el Real Decreto 818/2018, de 6 de julio, sobre medidas para la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos.

"Para que el Sistema Español de Inventario de Emisiones pueda contabilizar los esfuerzos que se realizan en la agricultura española, a través de la cuantificación de las mejoras técnicas se hace necesario implantar los cuadernos digitales de los agricultores"

LEGISLACION	**UMBRAL DE APLICACION**	**AMBITO DE APLICACION**
Directiva de emisiones industriales a la atmosfera (Amoníaco))	➢ 350 UGM	EUROPA
R. Decreto Nutrición sostenible de los suelos (amoníaco, nitratos)	➢ 10 ha (aprx 23 UGM v leche)	ESPAÑA
R. Decreto sobre protección de las aguas contra la contaminación difusa producida por los nitratos	➢ 37,5 mg/l NO3	Zonas Declaradas vulnerables
R Decreto ordenación Bovino 2022	➢ 50 UGM	ESPAÑA
BCAM10	CONDICIONALIDAD	ESPAÑA (PAC)
La Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmosfera	➢ 500 UGM	ESPAÑA

El Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica, aprobado por Consejo de Ministros el 27 de septiembre de 2019, estableció los compromisos de reducción de amoniaco y otros gases contaminantes en virtud de la Directiva (CE) 2016/2284, relativa a la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos.

APLICACIÓN EN ESPAÑA DE LA CONDICIONALIDAD EN REFERENCIA A LA FERTILIZACION ORGÁNICA

El Gobierno de España ha estado incrementando el nivel de exigencia de la condicionalidad a los agricultores y ganaderos españoles desde el año 2014 en el que se publica el Real Decreto 1078/2014, modificado por el Real Decreto 980/2017, referente a *las técnicas de aplicación de los purines a la agricultura:*

«La aplicación de purín en las superficies agrícolas no podrá realizarse mediante sistemas de plato o abanico ni cañones, pudiendo las comunidades autónomas establecer excepciones, atendiendo a las características específicas de las superficies afectadas, incluidas las condiciones orográficas y climáticas, u otros motivos, debiendo las mismas quedar debidamente justificadas.

En 2022 es aprobado el PEPAC español en el que entre sus necesidades de primer nivel de prioridad está "Reducir las emisiones de NH3". La declaración estratégica señala lo siguiente:

Garantizar el cumplimiento de compromisos y objetivos ambientales, con un enfoque principal de "medidas de carácter regulatorio".

Esta declaración estratégica o de intenciones es clave para entender la arquitectura ambiental del PEPAC español, como así lo advierte la Comisión europea en las recomendaciones que hace a España en la Evaluación del primer borrador del PEPAC, al señalar la falta de "asignación financiera" e "indicadores de resultados" para las necesidades ambientales, detectadas.

El Gobierno español responde a la Comisión que *"gran parte de la respuesta a estas necesidades vendrá fuera del PEPAC a través de medidas de carácter regulatorio"* cuyo cumplimiento será reforzado por su *"inclusión en la condicionalidad reforzada"* que elevará la línea de base a través de una BCAM adicional, la "BCAM 10, no exigida por el Reglamento Europeo.

En resumen, para abordar la Necesidad señalada en el análisis DAFO "Reducir las emisiones de NH3", se opta, además de la Directiva nitratos, a la incorporación de la BCAM 10 que introduce en la condicionalidad de la PAC el R Decreto de Nutrición sostenible de suelos

La BCAM 10, "fertilización sostenible":

La justificación de la introducción de esta BCAM adicional en el PEPAC viene explicada en la estrategia ambiental del PEPAC español *"Con el fin de dotar de una mayor ambición medioambiental a la PAC" y con el objetivo de* reforzar la aplicación del RD de Nutrición Sostenible de los suelos agrarios, lo que traducido a la práctica obliga a **los agricultores "españoles" a cumplir las siguientes obligaciones**

- "Todas las operaciones encaminadas a aportar nutrientes o materia orgánica al suelo deben de estar correctamente registradas en el cuaderno de explotación".
- Un plan de abonado para cada unidad de producción de cada explotación
- Aplicación localizada de purines y enterrado de estiércoles solidos en las superficies agrícolas

Objetivos de la BCAM 10

Sus objetivos principales son:

- la *"protección de los cursos fluviales contra la contaminación,*
- *"preservar el potencial del suelo".*

Ámbito territorial:

- Todas las parcelas agrícolas, a nivel nacional, en las que se aplican nutrientes o materia orgánica.

Tipo de agricultor involucrado:

- Los agricultores que cuenten en su explotación con tierras agrícolas en las que se apliquen nutrientes o materia orgánica y que reciban un pago directo

En definitiva, con este planteamiento "regulatorio a través de Reales Decretos y la BCAM 10" se renuncia a diseñar en el PEPAC español una arquitectura medioambiental de "altura" al quedarse en el "piso bajo" (condicionalidad) negando el acceso a los eco esquemas (piso primero) o las medidas agroambientales (piso segundo), que son los "niveles" que permiten financiar las buenas prácticas agrarias beneficiosas para el medio ambiente con dinero Europeo, por lo que se crea una injustificable e innecesaria competencia desleal con los demás Estados Europeos.

¿TIENE ENCAJE LEGAL la BCAM10 EN LA CONDICIONALIDAD DE POR SI YA REFORZADA DEL PEPAC ESPAÑOL?

El R Decreto de Nutrición sostenible de los suelos señala que *"Para que el Sistema Español de Inventario de Emisiones pueda contabilizar los esfuerzos que se realizan en la agricultura española, a través de la cuantificación de las mejoras técnicas se hace necesario implantar los cuadernos digitales de los agricultores"*

La condicionalidad tiene como principio y ámbito de aplicación el cumplir los requisitos legales de gestión y las normas BCAM establecidas en los planes estratégicos de la PAC de los EEMM, en relación con los siguientes ámbitos específicos" señalados en el ANEXO III que son:

Clima y medio ambiente;

- Cambio climático (mitigación del cambio climático y adaptación a este)
- Suelo (protección y calidad)
- Agua

Biodiversidad y paisaje (protección y calidad)

Salud pública y fitosanidad

Bienestar animal

Empleo

Por lo tanto, no se recoge el ámbito "aire", que es el que daría base legal a la BCAM 10 de fertilización sostenible, cuya justificación en la estrategia ambiental del PEPAC español, es reducir las emisiones de amoniaco a la atmósfera, lo que va en contra del Artículo 13 del Reglamento PEPAC, que dice que *"Los Estados miembros no establecerán normas mínimas para **objetivos principales distintos de los establecidos en el anexo III**"*" ya que la contaminación del aire por amoníaco es un "objetivo distinto" de los recogidos en el ANEXO III

Así que esta BCAM 10, metida "a calzador" no sólo no tendría base legal en el Reglamento PEPAC, sino que sería "discriminatoria" ya que impide establecer medidas financiadas a través del Pilar I : Ecoesquemas, o el Pilar II "medidas aro-ambientales" para la reducción de emisiones de amoníaco, que si es un objetivo estratégico recogido en el Reglamento PEPAC y que deberá ser evaluado en el "Examen del rendimiento de las medidas" o intervenciones subvencionadas por la PAC, mediante los indicadores de rendimiento del ANEXOI :

- R.13: Reducción de las emisiones en el sector ganadero: *porcentaje de unidades de ganado objeto de compromisos de ayudas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y/o de amoniaco, incluida la gestión del estiércol.*
- R.20*: Mejora de la calidad del aire: porcentaje de superficie agrícola utilizada (SAU) objeto de compromisos subvencionados para reducir las emisiones de amoniaco*
- R.21*: Protección de la calidad del agua: porcentaje de superficie agrícola utilizada (SAU) objeto de compromisos subvencionados relacionados con la calidad de las masas de agua.*
- R.22*: Gestión sostenible de los nutrientes: porcentaje de superficie agrícola utilizada (SAU) objeto de compromisos subvencionados relacionados con la mejora de la gestión de los nutrientes*

Por lo tanto, la necesidad prioritaria detectada en el análisis DAFO de reducción de las emisiones de amoníaco carece absolutamente de medidas en el PEPAC que acompañen a los agricultores españoles a reducir las emisiones de amoniaco a la atmósfera dentro de las financiables por el "primer y segundo piso" de la arquitectura ambiental, a través de los eco esquemas y medidas agroambientales, respectivamente-

La estrategia española de la PAC impide realizar pagos sobre la base de los costes adicionales incurridos y el lucro cesante resultantes de los compromisos contraídos, para la reducción de emisiones de amoníaco a la atmosfera como si han hecho otros países, mediante eco-esquemas o medidas agroambientales que como queda reflejado en las tablas siguientes:

PAISES	**ECOESQUEMAS**	PRESUPUESTO (€)
Bulgaria	Fomento de abonos verdes y fertilización orgánica-	143.377.884
PORTUGAL	"Gestión del suelo" – Promoción de la fertilización orgánica	29.300.000
ESLOVENIA	Abonado con abonos orgánicos con bajas en emisiones	23.916.420
ESLOVENIA	Uso exclusivo de fertilizantes orgánicos para aportar nitrógeno en cultivos permanentes	7.800.000
ESLOVENIA	Uso de Aditivos para reducir las emisiones de amoníaco y GEI	5.978.400
CHIPRE	Mejora de la materia orgánica y la calidad del suelo y gestión racional de los nutrientes	22.765.000
POLONIA	Cultivo de carbono y gestión de nutrientes	2.777.249.380
LETONIA	Prácticas agrícolas para reducción de pérdidas de nitrógeno y reducción de la contaminación	25.154.552
SUECIA	Cultivos intermedios por almacenamiento de carbono, y para reducir la lixiviación de nitrógeno	171.819.075
CROACIA	Uso de estiércol en el campo.	74.330.000
LUXEMBURGO	Fomentar la incorporación de estiércol	1.559.694
LUXEMBURGO	"Ayuda para fomentar la incorporación de estiércol	1.559.694

PAISES	***MEDIDAS AGROAMBIENTALES***	*PRESUPUESTO (€)*
Bulgaria	Reducción del uso de productos fitosanitarios y fertilizantes	100000000
Eslovaquia	Fertilización de precisión — Protección de los recursos hídricos	25179250
Italia	Compromisos específicos sobre el uso sostenible de nutrientes	118000000
Italia	Compromisos de reducir emisiones de amoníaco ganaderas y agrícolas	37300000
Italia	Técnicas de distribución de estiércol	100000
Letonia	Mayores requisitos de bienestar y ganadería que reduce las emisiones	45114529
Suecia	Compensación en zonas de protección de aguas	25107527
Alemania	Compromisos de gestión para mejorar la calidad del agua	222335720,6
Estonia	Ayudas para la protección del suelo y del agua	23205399
Finlandia	Gestión de aguas de escorrentía	33309000

Francia	Medida agroambiental para la calidad del agua y de cultivos herbáceos	232896100
Francia	Medida agroambiental para la calidad del agua y cultivo perennes.	13699772
Francia	Protección de los recursos hídricos	2204268,7
Luxemburgo	Apoyo a la inyección de purines y al compostaje de estiércol	11179480
Luxemburgo	Ayudas para reducir la carga ganadera	7140000
Luxemburgo	Apoyo a la inyección de purines y al compostaje de estiércol	11179480
Austria	Aplicación de estiércol líquido y separación de purines cerca del suelo	66468210
Austria	Protección preventiva de las aguas subterráneas: tierras cultivables	128284343,2

Incoherencia de la aplicación de la PAC en España: elementos del paisaje y la vegetación de ribera (franjas de protección).

El informe científico en las que se basa la directiva nitratos para ayudar a los EEMM a adoptar las medidas más eficaces, (UE final Report, 2011), establece que

"En zonas con alto potencial de escorrentía superficial, se necesitan medidas de precaución, tales como labranza cero, cultivos permanentes, terrazas, franjas de protección y líneas de árboles. Las medidas deben combinarse con otras que controlen la erosión, mejoren la estructura del suelo y la tasa de infiltración del agua y estimulan la biodiversidad.

Incomprensiblemente el Gobierno de España, renunció a poner en valor los elementos del paisaje y la vegetación de ribera, ya en la definición de la PAC anterior para España, donde incluso esos elementos, se "*descontaban del cobro de la PAC por ser clasificados como "forestales"* o terrenos abandonados o mal cultivados, y por lo tanto considerados como "superficies no admisibles".

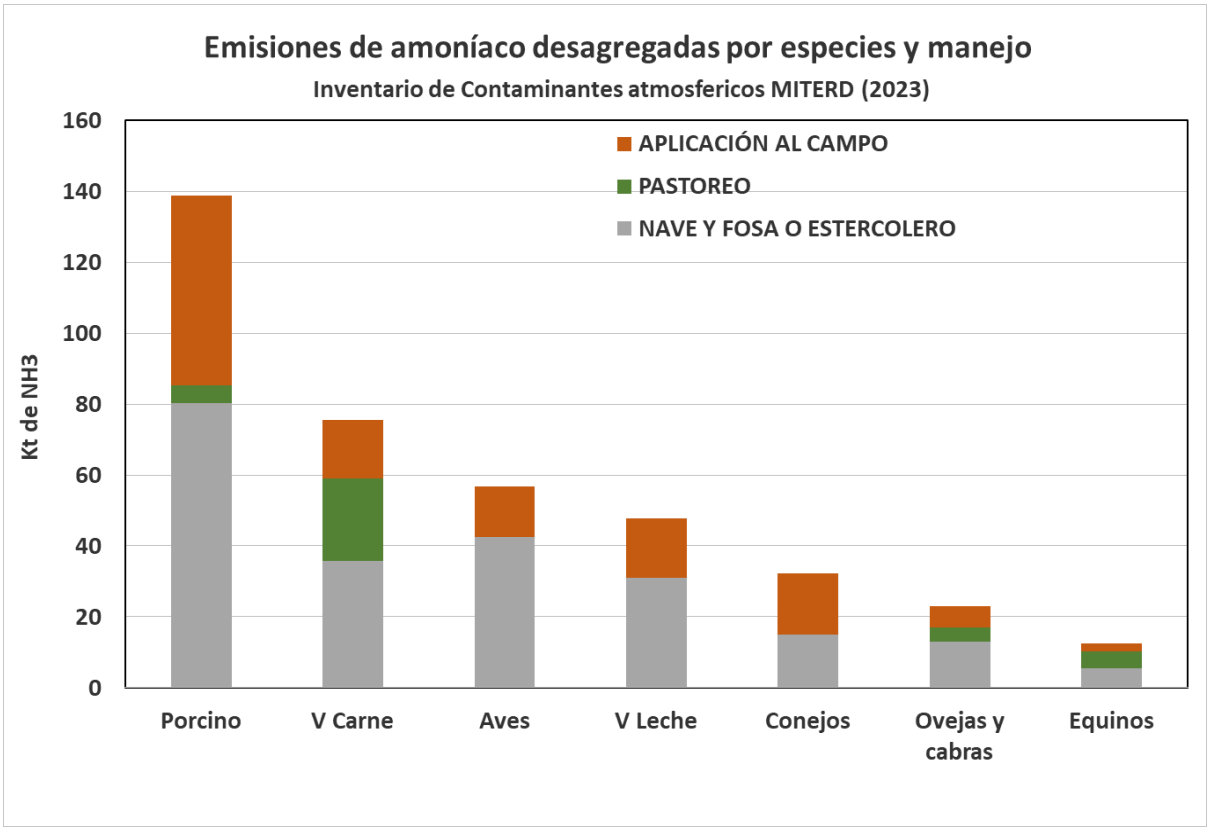
El SIGPAC, a día de hoy, sigue sin tener identificadas las franjas de protección de cauces, cargando la responsabilidad de "denunciar" los fallos en la cartografía a los agricultores, lo que supone una clara carga burocrática que debería estar solucionada por la administración, en línea con los supuestos avances en "agricultura de precisión" "digitalización" o incluso inteligencia artificial.

IDONEIDAD, PROPORCIONALIDAD Y EFICIENCIA DE LA MEDIDA DE "PROHIBIR EL PLATO DE CHOQUE" RECOGIDA EN LA BCAM 10

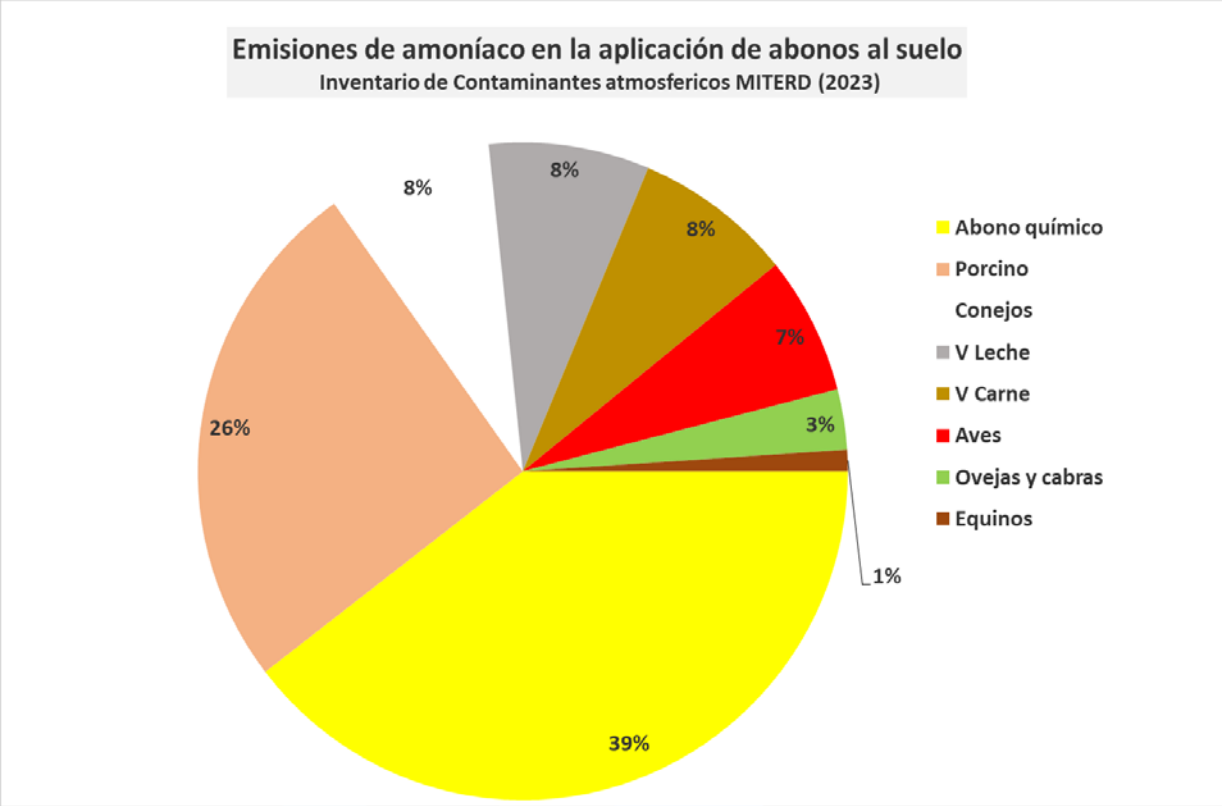
La Comisión indica que "*al seleccionar medidas o acciones se deberá tener en cuenta su eficacia y su coste, de tal modo que se elijan aquellas que permiten cumplir los fines con un menor coste*".

Las emisiones de NH3 debidas a la actividad agraria fueron en el año 2021 más de 446 millones de kg (447 kt) (MITERD) y se dividen en **(figura 6):**

- las excretadas por el ganado en pastoreo 37 kt (8, 2%);
- ganado estabulado 209 kt (47%), y
- en la aplicación de los abonos minerales estiércoles y purines al campo 200 kt (45%)



Las emisiones en los establos se dividen a su vez en las generadas en la propia nave y en las fosas de purín o estercoleros, mientras que las emisiones debidas al abonado se reparten entre el abono químico 72 kt y el abono orgánico (purines y estercoles del ganado) 128.kt. **Figura 7**



De las emisiones debidas a la aplicación del abono orgánico, la mitad aproximadamente se deben a las aplicadas en forma de purín y la otra mitad en forma de estiércol, así que, para evaluar la eficacia de la medida de "prohibición del plato de choque" recogida en el RD de nutrición sostenible y obligación de aplicación con bajas emisiones, afectaría sólo al abono en forma de purín, que se produce principalmente por el ganado porcino, vacuno lechero y en pequeña proporción en vacuno de carne.

Emisiones de NH3 por aplicación de purines al suelo

	kt
Porcino	50
V Leche	12
V Carne	1,7
TOTAL	*63,7*

Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica

En el Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica, aprobado por Consejo de Ministros el 27 de septiembre de 2019, estableció los compromisos de reducción de amoniaco que aparecen resumidos en el siguiente cuadro:

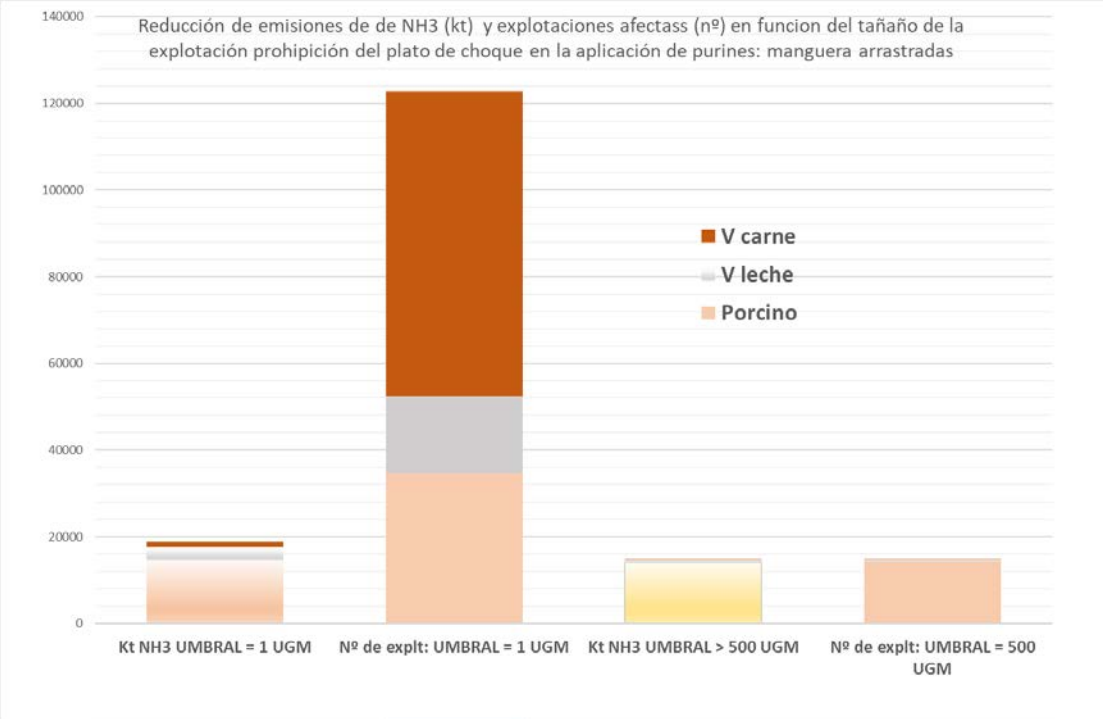
Reducción de emisiones propuestas en el Programa nacional de control de la contaminación atmosférica (kt NH3)

	2016	2020	2025	2030	2040	2016-2040	% redución
produción animal y gestión de estiércoles y purines	**200,35**	**196,98**	**178,67**	**159,88**	**155,35**	**45,00**	**22,46**
V leche	19,94	19,59	15,81	12,20	10,96	8,98	45,05
V carne	41,29	39,09	32,51	25,83	24,02	17,27	41,82
Ovino	9,46	9,17	8,56	7,95	7,56	1,91	20,17
Porcino	79,69	81,82	77,61	72,90	72,38	7,32	9,18
Caprino	0,80	0,77	0,75	0,72	0,68	0,12	14,86
Equino	5,23	5,01	5,09	5,17	5,20	0,03	0,63
Aves	43,85	41,46	38,26	35,04	34,49	9,36	21,35
Abonado orgánico y mineral	**247,75**	**228,88**	**206,93**	**184,26**	**180,59**	**67,16**	**27,11**
Otros sectores	**44,11**	**47,88**	**50,34**	**51,63**	**48,46**	**-4,35**	**-9,86**
Total nacional	**492,21**	**473,75**	**435,93**	**395,76**	**384,39**	**107,82**	**21,9**

Si comparamos las emisiones del ganado vacuno y carne con la reducción de emisiones propuestas en el Programa Nacional de Control de la Contaminación, podemos ver la incoherencia y desproporción entre las emisiones generadas por la ganadería de vacuno y el esfuerzo exigido para su reducción, frente a otros sectores ganaderos.

Analizamos el supuesto de la implementación de la técnica de “mangueras arrastradas” por ser la más fácil y asumible de incorporar en las explotaciones, que, según las MTDs, reducen entre un 30-35% las emisiones de referencia (método tradicional de aplicación con plato de choque).

La **figura 8** sirve para analizar cómo se reducen las emisiones en función del tamaño (umbral de UGM) de las explotaciones, y así poder evaluar la eficiencia, teniendo en cuenta las cargas burocráticas, tanto para los agricultores como para la Administración, y bajo el prisma de evitar penalizar a las pequeñas explotaciones, que no tienen la capacidad de las grandes a la hora de amortizar el equipamiento (economía de escala).



Estimación de la reducción de emisiones de amoníaco con mangueras arratradas en función del tamaño de las explotaciones a las que se aplique el RD de nutrición sostenible de suelos

TAMAÑO DE LA EXPLOTACION	Kt de NH3
UMBRAL = 1 UGM	18,9
UMBRAL > 500 UGM	14,8
Diferencia	4,1

En la tabla anterior se puede ver el poco peso que tienen las explotaciones menores de 500 UGM en las emisiones de amoníaco (4,1% del total de la reducción de las emisiones con purín), y también el vacuno tanto de carne como de leche, así que poniendo el UMBRAL del R Decreto en las explotaciones de más de 500 UGM, se consigue reducir más del 78% de las emisiones con solo el 12 % de las explotaciones que producen purín, consiguiendo una gran mejora en la eficiencia de la aplicación del R. Decreto, que además se haría de una forma proporcional, y coherente de acuerdo con el RE PEPAC que exige que Los Estados miembros deberán poder considerar determinadas excepciones para evitar carga excesiva para las explotaciones ms pequeñas o excluir algunas explotaciones que ya cumplen el objetivo de las normas BCAM ya que están cubiertos en gran medida por pastizales, tierras en barbecho o cultivos de leguminosas.

Al implantar el RD a estas explotaciones mayores de 500 UGM llegarían al suelo aproximadamente 12.000 toneladas más de N, que se ahorrarían de abono químico, lo que produciría, a su vez, una nueva reducción de las emisiones, equivalente aproximadamente a 1 kt de NH3 a mayores, que quedarían reflejadas en el inventario de emisiones nacional, con lo cual, ya se cumpliría con los compromisos internacionales y lo previsto en el PLAN NACIONAL para el año 2030.

CONCLUSIONES

La respuesta del Reino de España a los problemas de contaminación por nitratos en las aguas y a la necesidad de reducción de las emisiones de amoníaco a la atmósfera derivadas de los compromisos con la legislación europea o

internacional, ha sido "endurecer" la legislación en materia de fertilización, a través de un R Decreto de Nutrición sostenible, cuyo objeto es no sólo reducir la contaminación del agua con nitratos si no también las emisiones de amoníaco a la atmósfera.

EL RD es técnicamente mucho más complejo que la legislación actual, y va incluso más allá de las obligaciones señaladas en los "Programas de Acción" en las Zonas Vulnerables, que no se estaban cumpliendo, o no estaban tan siquiera elaborados como puso de manifiesto la CE en el Dictamen Motivado de 2020 al Reino de España..

El RD, se aplica en todo el territorio nacional, a diferencia de la Directiva nitratos que sólo se aplica en las zonas declaradas vulnerables, perjudicando injustamente a los territorios que no tenían esos problemas de contaminación hasta ahora, fundamentalmente Galicia y la Cornisa Cantábrica, lo que vienen denominándose también como la "España húmeda", que es la que tienen la mejor calidad de las aguas de todo el Estado.

Por otro lado, el RD incurre en una "superposición legislativa" en las zonas declaradas vulnerables, que según la Directiva nitratos tienen sus propios Programas de Acción, que son por cierto "competencia de las CCAA respectivas" por lo que podría haber también "inconstitucionalidad" al invadir competencias autonómicas.

Se ha renunciado por parte de la Administración española, a establecer unos plazos asumibles para el cumplimiento, afectando sobre todo a las pequeñas granjas familiares, cuando se podría implantar paulatinamente en plazos hasta llegar al año 2030, que es cuando tenemos establecido el compromiso de reducción, empezando por las explotaciones más grandes, que también son las que más contaminan.

Por último, el Gobierno de España ha introducido en la ya reforzada condicionalidad de la nueva PAC una norma adicional a las obligatorias establecidas en el Reglamento PEPAC, que es la "BCAM 10" denominada "Fertilización sostenible".

La justificación que ha dado el Gobierno en su PEPAC, es querer dar, con esta BCAM10 una respuesta de tipo regulatorio (Reales Decretos de cumplimiento interno) a las necesidades de contaminación de nitratos y amoníaco detectadas en el DAFO, renunciando, en la práctica al diseño de "una estrategia ambiental" apoyada en los pilares de la PAC" son los "***Regímenes en favor del clima, el medio ambiente y el bienestar animal"*** **(ECOESQUEMAS** FEAGA) o medidas agroambientales (fondos FEADER) que podría fomentar, dar apoyo o ayuda para adatarse a esta nueva normativa más exigente, en equipamiento (prohibición del plato de choque, cuaderno digital), trabajo de campo (analíticas de suelo, purines) y burocracia desproporcionada (planes de abonado, anotaciones en el cuaderno digital de todas las labores de abonado) lo que es aún más grave para las pequeñas explotaciones minifundistas.

Queda en entredicho la legalidad del PEPAC español, según lo establecido en el artículo 13 y 106 del Reglamento Europeo, ya que el ámbito *"aire",* que es el que daría base legal a la BCAM 10 de fertilización sostenible, y cuya justificación principal es reducir las emisiones de amoniaco a la atmósfera no se encuentra entre las *normas mínimas para objetivos principales establecidos en el anexo III del Reglamento.*

Tampoco se ha tenido en cuenta considerar determinadas excepciones para evitar carga excesiva para las explotaciones más pequeñas, al no establecer el RD un umbral mínimo suficiente de UGM para evitar esa carga burocrática a las pequeñas explotaciones familiares y a la propia administración.

El Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica, aprobado por Consejo de Ministros el 27 de septiembre de 2019, estableció unos compromisos de reducción de amoniaco inasumibles e incoherentes por no tener en cuenta la capacidad de mitigación de las técnicas propuestas como es la prohibición del plato de choque en la aplicaciones de purines y desproporcionadas en las exigencias de reducción al sector de vacuno, frente a otros sectores ganaderos, o al excesivo uso de fertilizantes químicos.

Teniendo en cuenta los indicadores medioambientales necesarios para evaluar la eficiencia del PEPC español, queda claro, sin discusión, que la mejor medida para la salud del suelo y para la economía de las explotaciones es reducir el abono químico que estamos aplicando año tras año, , contabilizado en los balances de Nitrógeno de la Agricultura Española con aproximadamente más 700.000 toneladas de N innecesarias que se pierden en el medio y que suponen aproximadamente 50 kt de NH3, además del riesgo que suponen para la mejoría de la calidad de las aguas ante el grave problema de los nitratos.

Para asegurar la sostenibilidad del sector ganadero es necesario impulsar el aprovechamiento racional del estiércol como fertilizante, sumando el impulso a la economía circular en el sector agrario para prevenir los riesgos e impactos ambientales. Pero para eso hay que recuperar los conocimientos que se han perdido: el concepto del abono orgánico como un recurso, y no un residuo, que hay que "tratar".

Como ya ha advertido la CE al Estado Español en la evaluación del PEPAC, se necesita volver a crear, un servicio de asesoramiento técnico, público, no comercial que acompañe en la transferencia de estos conocimientos para que los agricultores puedan cuidar o crear a su vez "servicios ecosistémicos" a la sociedad, como son la calidad del agua, el suelo y la atmósfera, al mismo tiempo que evitamos la pérdida de biodiversidad que supone el abandono y los incendios.

BIBLIOGRAFIA

BOE Real Decreto 1051/2022, de 27 de diciembre, por el que se establecen normas para la nutrición sostenible en los suelos agrarios. https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2022-23052

INE Censo agrario 2009 y 2020

CE Dictamen https://transparencia.carm.es/wres/transparencia/doc/Organos-colegiados/Comision_Seguimiento_Contaminacion_Nitratos/2020-05-22/CE_Expediente_2018-2250_NITRATOS.pdf

MAPA Balance de Nitrógeno de la Agricultura Española (2021) https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/medios-de-produccion/a01_balance_n_espana2021_tcm30-674956.pdf

MAPA Balance de Nitrógeno de la Agricultura Española (2021) https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/medios-de-produccion/a03_balance_n_ccaa2021_tcm30-674958.pdf

MAPA: GEOPORTAL, Nitratos Agrarios, comarcas agrarias. https://sig.mapama.gob.es/geoportal/index.html?services=74845

MAPA Plan Estratégico de la PAC https://www.mapa.gob.es/es/pac/pac-2023-2027/plan-estrategico-pac.aspx

MAPA https://www.mapa.gob.es/es/pac/pac-2023-2027/313-principios-generales-de-la-arquitectura-ambiental-del-pepac-23-27_tcm30-626826.pdf

MITECO Inventario de Emisiones https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/es_iir_edicion2023_tcm30-560375.pdf

MITECO: Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica, aprobado por Consejo de Ministros el 27 de septiembre de 2019 https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/primerpncca_2019_tcm30-502010.pdf

UE Informe Final 2011. Recommendations for establishing Action Programmes under Directive 91/676/EEC concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources. https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/87344fbf-a1e9-4975-b686-ebf941030249

LA INTERPRETACIÓN DE LOS HEMOGRAMAS EN EL GANADO BOVINO

Meredyth L. Jones Cook, Robin Allison

Food Animal Medicine and Surgery, College of Veterinary Medicine, Oklahoma State University, Stillwater, Oklahoma, USA

Large Animal Consulting & Education, Orlando, Oklahoma, USA

*E-mail: meredyth@largeanimalce.com

Introducción

Un hemograma completo puede ser un complemento importante de la exploración física en rumiantes y puede utilizarse para indicar ciertos procesos patológicos cuando los hallazgos de la exploración son imprecisos y es útil para establecer un pronóstico en muchos casos.

La sangre total con EDTA es la muestra preferida, con el volumen de vacío del tubo totalmente sustituido por la muestra. Se debe preparar un frotis de sangre no teñida y secada al aire en los 15 minutos siguientes a la recogida y enviarla con la muestra restante en el tubo para su análisis en el laboratorio si el tiempo previsto hasta el análisis es superior a 2 horas. Se puede conseguir un hemograma fiable de muestras almacenadas adecuadamente en tubos de hasta 24 horas. Si el recuento de plaquetas es especialmente importante, debe realizarse en un plazo de 4 a 6 horas. Si las muestras deben enviarse a un laboratorio externo, deben envolverse en material de embalaje para protegerlas de roturas y transportarse con hielo. Los analizadores automatizados deben calibrarse adecuadamente para las especies de interés y los frotis teñidos deben someterse a un examen manual.

Valores normales de un hemograma completo para el ganado adulto

	Ganado bovino
Eritrón	
Glóbulos Rojos (x 10^6/µl)	5.0-10.0
Hemoglobina (g/dL)	8.0-15.0
Hematocrito (%)	24-46
VCM (fL)	40-60
HCM (pg)	11.0-17.0
CHCM (%)	30-36
Leucocitos	
Total Células Blancas/µL	4000-12,000

Neutrófilos en banda	0-120
Neutrófilos segmentados	600-4000
Linfocitos	2500-7500
Monocitos	25-840
Eosinófilos	0-2400
Basófilos	0-200
Neutrófilos en banda (%)	0-2
Neutrófilos segmentados (%)	15-45
Linfocitos (%)	45-75
Monocitos (%)	2.0-7.0
Eosinófilos (%)	0-20
Basófilos (%)	0-2
Plaquetas (x 10^3)	100-800
Proteínas	
Proteínas en plasma (g/dL)	7.0-8.5
Fibrinógeno (mg/dL)	300-700

Datos de referencia: Kramer JW. Normal hematology of cattle, sheep, and goats. In: Feldman BF, Zinkl JG, Jain NC, eds. Schalm's Veterinary Hematology, 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2000. p. 1075-1084.

Eritrón

Parámetros de glóbulos rojos

Una evaluación completa de los Glóbulos Rojos debe incluir un PCV y/o hematocrito (HCT), recuento de glóbulos rojos, hemoglobina (Hgb), VCM y CHCM, morfología de los glóbulos rojos y parásitos.

El PCV se determina por centrifugación de un tubo de microhematocrito y determinación del porcentaje de Glóbulos Rojos por volumen de sangre. Esto se realiza fácilmente en la clínica. El HCT es un valor calculado en función del tamaño y el número de glóbulos rojos.

El VCM, el CHCM y el CHCM son características de los Glóbulos Rojos que indican el tamaño celular medio, el contenido celular medio de hemoglobina y la concentración celular media de hemoglobina, respectivamente. El VCM puede calcularse, pero la mayoría de los instrumentos miden directamente el volumen de eritrocitos, indicando la media. Un VCM bajo se denomina microcitosis; un VCM elevado se llama macrocitosis y un VCM normal se llama normocitosis. Tengan en cuenta que hace falta la presencia de muchos microcitos o macrocitos para que cambie el VCM, ya que se trata de un valor medio.

Muchos analizadores automáticos también realizan dos mediciones de hemoglobina celular, la CHCM y la CHM. La CHCM se considera la más útil de las dos mediciones de hemoglobina celular, y es un valor calculado. La CHCM puede ser normocrómica, hipocrómica o hipercrómica, refiriéndose a concentraciones de hemoglobina celular normal, baja y alta, respectivamente. La causa más común de una CHCM ligeramente baja es una anemia fuertemente regenerativa, debido a que los hematíes inmaduros (policromatófilos) no contienen el total de hemoglobina. La anemia ferropénica también puede causar una disminución de la CHCM, y la hipocromasia (glóbulos rojos pálidos) puede verse en el frotis de sangre.

La morfología de los hematíes

Los Glóbulos Rojos normales de los rumiantes son discoides, no nucleados y carecen de la palidez central evidente que se observa en especies con glóbulos rojos más grandes (humanos y caninos). En cambio, los camélidos tienen Glóbulos Rojos ovoides. Las anomalías morfológicas de los glóbulos rojos detectadas mediante la evaluación de una muestra sanguínea pueden ser útiles para determinar la causa de una anemia y, en algunos casos, indican procesos patológicos específicos.

Acantocitos - tienen proyecciones de membrana de longitud variable y pueden estar asociados con enfermedades hepáticas; también se han detectado en terneros jóvenes tanto anémicos como no anémicos.

Aglutinación - agregados en forma de uva, sugiere anemia hemolítica inmunomediada (AHIM). Los eritroparásitos pueden ser una causa subyacente de aglutinación y destrucción inmunomediada de eritrocitos. La sospecha de aglutinación debe confirmarse con una prueba de aglutinación en solución salina, en la que una pequeña cantidad de sangre (< 1 gota) se mezcla en solución salina en un portaobjetos y luego se examina al microscopio. La verdadera aglutinación permanecerá, mientras que los rouleaux se dispersarán.

Anisocitosis: se refiere a la variación del tamaño de los glóbulos rojos. Una anisocitosis entre leve y moderada es normal en los rumiantes. La anisocitosis pronunciada se debe con frecuencia a la presencia de grandes eritrocitos policromatófilos, característicos de una respuesta regenerativa de la médula ósea.

Punteado basófilo - común en anemias regenerativas en rumiantes. El punteado basófilo acompañado de muchos eritrocitos nucleados sin anemia o con una anemia mínima es indicativo de toxicidad por plomo.

Los *dacriocitos* son glóbulos rojos en forma de lágrima que se observan con mayor frecuencia en llamas con deficiencia de hierro y también se han asociado con la anemia hemolítica inducida por fenilhidrazina en terneros.

Equinocitos - tienen proyecciones de membrana uniformes y espaciadas uniformemente. Pueden ser artefactuales, causadas por un secado lento del frotis sanguínea (crenación), pueden formarse *in vitro* como efecto de envejecimiento o estar asociadas a desequilibrios electrolíticos.

Cuerpos de Heinz - precipitados de hemoglobina desnaturalizada resultantes del daño oxidativo de la membrana de los eritrocitos. Tienen forma de pequeñas estructuras circulares dentro del glóbulo rojo o que sobresalen de él, y pueden ser del mismo color de la célula o algo más pálidas. Los Cuerpos de Heinz pueden ser difíciles de apreciar en muestras de sangre rutinarias, pero se tiñen de azul oscuro con tinciones vitales como el nuevo azul de metileno. Los Cuerpos de Heinz hacen que los glóbulos rojos sean más susceptibles a la hemólisis tanto extravascular como intravascular. En los rumiantes, la formación del Cuerpo de Heinz se ha asociado a deficiencias de fósforo, selenio y cobre, a la ingestión de cebollas, hojas de arce rojo o plantas de la familia Brassica (col rizada, col) y a la toxicidad por cobre.

Cuerpos de Howell-Jolly: restos nucleares pequeños, redondos y basófilos que suelen acompañar a una anemia regenerativa o a una lesión esplénica. Pueden ser difíciles de distinguir de la *Anaplasma marginale*.

Hipocromasia: se refiere a la palidez de los glóbulos rojos debido a un bajo contenido de hemoglobina. Si hay muchas células hipocromáticas, el CHCM puede estar ligeramente disminuido. Puede observarse la hipocromasia en rumiantes con deficiencia de hierro o cobre.

Eritrocitos Nucleados - glóbulos rojos inmaduros que pueden estar presentes en la sangre periférica como parte de una respuesta regenerativa a la anemia, o debido a una lesión de la médula ósea, lesión esplénica o toxicidad por plomo, donde aparecen junto con punteado basófilo sin una anemia marcada.

Poiquilocitos: glóbulos rojos con formas anormales. Su importancia depende de los cambios de forma específicos que presenten. Se ha descrito poiquilocitosis consistente en equinocitos, acantocitos y esquistocitos en terneros normales y anémicos de menos de 6 meses de edad.

Policromasia - color azul pálido que adquieren los Glóbulos Rojos por la presencia de polirribosomas y ARNm en Glóbulos Rojos inmaduros. La identificación de policromasia en la placa de sangre debe ir seguida de un recuento de reticulocitos para cuantificar la respuesta regenerativa.

Reticulocitos - Glóbulos Rojos inmaduros que contienen orgánulos precipitados cuando se tiñen con una tinción vital como el nuevo azul de metileno. El aumento del número de reticulocitos define una anemia regenerativa. El recuento de reticulocitos es el indicador más sensible de una respuesta regenerativa que la policromasia.

Rouleaux - apilamiento de Glóbulos Rojos (como un rollo de monedas), que puede verse potenciado por el aumento de proteínas plasmáticas como las inmunoglobulinas y el fibrinógeno que suelen producirse con los procesos inflamatorios. Los Rouleaux se dispersarán con las pruebas de aglutinación salina, y no deben confundirse con la aglutinación.

Esquistocitos: fragmentos de glóbulos rojos resultantes de un traumatismo intravascular. Se han asociado a la coagulación intravascular diseminada en la que los filamentos de fibrina rompen físicamente los glóbulos rojos, y a enfermedades como la vasculitis, la glomerulonefritis y la ferropenia. Se han descrito en terneros con shock séptico y hemólisis inducida por fármacos.

Esferocitos: Estos han perdido una parte de su membrana celular, lo que hace que se conviertan en esferas pequeñas y densas, pero son extremadamente difíciles de apreciar en especies de rumiantes que normalmente tienen glóbulos rojos pequeños sin mucha palidez central. Suelen aparecer en anemias hemolíticas inmunomediadas y se han descrito en bovinos con anaplasmosis.

Parásitos de los glóbulos rojos

En la muestra de sangre pueden observarse diversos hemoparásitos. La rickettsia *Anaplasma spp.*, la bacteria *Mycoplasma spp.* (antes *Eperythrozoon*), y tres parásitos protozoarios, *Babesia spp., Theileria spp.* y *Trypanosoma spp*., pueden afectar a los rumiantes. *A. marginale* (bovino) y *A. ovis* (ovino y caprino), aparecen como pequeñas inclusiones basófilas redondas en la periferia de los Glóbulos Rojos.

Los organismos micoplasmáticos, *M wenyonii* en bovinos, *M ovis* en ovinos y caprinos, y *M haemolamae* en camélidos, pueden aparecer en la superficie de los Glóbulos Rojos o libres en el fondo de la placa hemática. Suelen causar anemia únicamente en animales inmunodeprimidos. Se ha descrito un síndrome en bovinos altamente parasitados con síntomas como edemas en las extremidades posteriores y linfadenopatías.

Anemia

La anemia es una anomalía frecuente en los perfiles sanguíneos de los rumiantes. Los hallazgos en una exploración física pueden incluir palidez de las mucosas, debilidad, intolerancia al ejercicio, y depresión o agresividad. La anemia se subdivide en anemia regenerativa o no regenerativa basándose en la morfología de los glóbulos rojos y el recuento de reticulocitos, lo que limita la lista de diagnósticos diferenciales.

En los rumiantes, la presencia de policromasia o reticulocitos indica cierto grado de regeneración. Otros hallazgos comunes en una respuesta regenerativa incluyen punteado basófilo, Cuerpos de Howell-Jolly, eritrocitos nucleados, un aumento del VCM, y una disminución del CHCM. En ausencia de policromasia y reticulocitosis, la anemia se considera no regenerativa; sin

embargo, el clínico debe recordar que los rumiantes suelen tardar de 2 a 4 días en generar una respuesta de la médula ósea, y que el pico de respuesta se produce a los 4-7 días aproximadamente.

Causas de la anemia regenerativa

Hemorragia/pérdida de sangre total - PCV bajo con TPP proporcionalmente bajo.

Interno - Sangre total en una cavidad corporal

Hemoabdomen, hemotórax - Erosión del vaso por la presencia de abscesos o neoplasia, rotura de la arteria uterina central.

Externo - La sangre sale del cuerpo

Úlceras abomasales

Parásitos - *Haemonchus*, piojos chupadores

Enteritis hemorrágica

Síndrome de la vena cava caudal

Traumatismo externo

* Las anomalías en el PCV y TPP no se aprecian después de una pérdida aguda de sangre durante 24-48 horas y pueden pasar 2-4 semanas después de que el daño haya terminado para que el PCV vuelva a su nivel original.

Hemólisis - PCV bajo, TPP entre normal y elevado

Parásitos de los glóbulos rojos: *Anaplasma* spp., otros

Infeccioso: *Clostridium novyi*, *Leptospira* spp.

Toxinas: Cobre, cebolla, *Brassica* spp, hojas de arce rojo, intoxicación por agua

Causas de la anemia no regenerativa

Anemia de enfermedad inflamatoria (crónica) - normocítica, normocrómica

Trastornos gastrointestinales

Linfosarcoma

Infección crónica por VDVB

Enfermedad de Johne

Absceso crónico

Enfermedades hepáticas

Abscesos hepáticos

Enfermedades endocrinas

Anemia por insuficiencia renal crónica - normocítica, normocrómica

Deficiencias nutricionales crónicas

Hierro - anemia microcítica e hipocrómica

Cobre - anemia microcítica e hipocrómica

Cobalto - normocítica, normocrómica

Enfermedad intrínseca de la médula ósea - a menudo presentan neutropenia, trombocitopenia

Toxicidad por helechos

Mielofibrosis

Mieloftisis

Policitemia/Eritrocitosis

La policitemia, o aumento del PCV, es otro aspecto frecuente en el hemograma de los rumiantes. La más común es una policitemia relativa, causada por la deshidratación. Se puede confirmar clínicamente detectando una turgencia cutánea prolongada, mucosas pegajosas, recesión del globo y una elevación de la TPP y la albúmina.

Las policitemias absolutas, en las que la masa de glóbulos rojos es verdaderamente alta, rara vez ocurren en rumiantes, pero pueden ser el resultado de la hipoxia sistémica observada en animales que viven a grandes altitudes, de enfermedades pulmonares crónicas o de derivaciones cardiovasculares de derecha a izquierda. El análisis de gases en sangre y la consideración del origen geográfico del animal confirman esta etiología.

Leucocitos

El recuento diferencial por tipo de célula es más importante que el recuento total de leucocitos, ya que pueden producirse simultáneamente aumentos y disminuciones de los distintos tipos de células, sin que varíe el recuento total de leucocitos.

Neutrófilos

Los neutrófilos actúan migrando a los tejidos dañados en las 2 horas siguientes a una lesión para fagocitar material extraño y bacterias. Los neutrófilos son los glóbulos blancos dominantes en los rumiantes jóvenes, pero con la edad, los linfocitos se convierten en los glóbulos blancos dominantes, con una proporción normal de neutrófilos-linfocitos de 1:2 en los animales adultos.

Existen dos tipos de neutrófilos, los neutrófilos rumiantes maduros segmentados y los neutrófilos en banda inmaduros. Con frecuencia, las bandas se liberan a la circulación en caso de inflamación aguda. Se pueden observar cambios tóxicos en los recuentos diferenciales manuales que indican cambios en la morfología de los neutrófilos debido a una inflamación grave, normalmente asociada a organismos gramnegativos y shock séptico. Los cambios tóxicos se producen en la médula ósea e incluyen Cuerpos de Döhle en el citoplasma, granulación tóxica, basofilia citoplasmática difusa, formas gigantes extrañas y la vacuolización citoplasmática o el citoplasma espumoso. Es importante señalar que la vacuolización citoplasmática puede ser un efecto de la exposición prolongada al EDTA, lo que puede evitarse preparando rápidamente el frotis de sangre. La hipersegmentación de los neutrófilos puede producirse debido a muestras EDTA envejecidas y como resultado del tratamiento con corticosteroides.

La causa principal de la neutrofilia es la presencia de una inflamación de leve a moderada y también aparece durante la recuperación de afecciones inflamatorias más graves, como procesos infecciosos, lesiones tisulares, enfermedades neoplásicas y afecciones no inflamatorias. El Déficit de Adhesión Leucocitaria Bovina (BLAD) es una causa genética importante de la neutrofilia en el ganado Holstein, que, con una monocitosis, da lugar a recuentos de glóbulos blancos superiores a 40.000 células/µl. En estas circunstancias, los leucocitos no expresan en su superficie los receptores de adhesión necesarios para desplazarse desde la vasculatura hasta los tejidos inflamados. Los terneros afectados pueden presentar infecciones bacterianas recurrentes, diarrea, neumonía, linfadenopatía, dermatosis y retraso en el crecimiento.

La neutropenia es producida por enfermedades inflamatorias agudas y graves del ganado, como la sepsis por gramnegativos, la metritis, la mastitis, la peritonitis, la neumonía, la infección por Salmonella y muchas otras. También puede observarse en casos de lesión de la médula ósea, como la causada por la intoxicación por helechos, a menudo acompañada de una anemia no regenerativa y una trombocitopenia.

Linfocitos

Los linfocitos son predominantemente células B o células T, que funcionan en la inmunidad mediada por anticuerpos y células, respectivamente. Los linfocitos grandes normales y reactivos en el bovino pueden tener características atípicas a menudo asociadas con malignidad en otras especies, y deben ser interpretados por patólogos con experiencia.

La linfocitosis patológica es inusual en los rumiantes, pero puede estar asociada a infecciones víricas crónicas, afecciones piógenas persistentes o enfermedades autoinmunes. Aproximadamente el 30% de los bovinos infectados por el virus de la leucemia bovina (BLV) presentarán una linfocitosis persistente benigna de células B [34]. Esto no indica la presencia de un tumor; sin embargo, los bovinos infectados por BLV con una linfocitosis persistente corren un mayor riesgo de desarrollar una neoplasia linfoide.

Una linfopenia puede manifestarse con el estrés o la administración de corticosteroides, las infecciones víricas o bacterianas agudas, la endotoxemia, la infección por el virus de la diarrea viral bovina y las inmunodeficiencias raras.

Eosinófilos

Los eosinófilos intervienen en la respuesta inmunitaria frente a parásitos, alérgenos y otros procesos inflamatorios. Normalmente, el ganado vacuno presenta un mayor número de eosinófilos que otras especies, pero la eosinofilia puede deberse a la migración de parásitos, la neumonía intersticial atípica, el enfisema pulmonar bovino agudo y la formación de autoanticuerpos de la leche en el ganado lechero.

Basófilos

Los basófilos están presentes en cantidades muy pequeñas en los rumiantes normales, y actúan en los procesos alérgicos e inflamatorios liberando heparina, histamina y otros mediadores inflamatorios en las reacciones de hipersensibilidad inmediata. Su número puede aumentar con las dermatosis alérgicas y las reacciones de hipersensibilidad.

Monocitos

Los monocitos entran en los tejidos desde la circulación para convertirse en macrófagos, capaces de fagocitar organismos infecciosos, partículas y restos celulares. Su número es bastante variable en el ganado y no son indicadores sensibles de procesos patológicos. Los aumentos pueden acompañar a una inflamación crónica, una necrosis tisular, una hemólisis o una respuesta al estrés. Un número reducido de monocitos se ha asociado con la endotoxemia y la viremia.

Leucograma inflamatorio

Las enfermedades inflamatorias son frecuentes en los rumiantes y es importante observar los cambios que se producen en el leucograma relacionados con la inflamación en las distintas fases del proceso de la enfermedad. La falta de una reserva significativa de neutrófilos segmentados (maduros) almacenados en la médula ósea del ganado adulto provoca una neutropenia inicial durante 24-48 horas ante una inflamación grave, lo que disminuye la proporción de neutrófilos-linfocitos. El estrés asociado al proceso de la enfermedad también puede provocar la linfopenia y la eosinopenia. El desplazamiento a la izquierda, caracterizado por la aparición de numerosos neutrófilos inmaduros (en banda o formas anteriores) en la circulación, suele aparecer en las 24 horas siguientes a una inflamación aguda. Un desplazamiento a la izquierda degenerativo se refiere a la situación en la que las formas inmaduras superan en número a los neutrófilos segmentados, o a un desplazamiento a la izquierda con una neutropenia concurrente. Aunque se considera un signo de mal pronóstico si persiste, no es inusual en rumiantes debido a su respuesta neutropénica inicial a una inflamación grave. Se produce un desplazamiento a la izquierda regenerativo a medida que la médula ósea responde a la inflamación con un aumento de la producción, lo que da lugar a un aumento del número de neutrófilos maduros, además de las bandas, en el que los neutrófilos maduros superan en número a las formas inmaduras.

Normalmente, la médula ósea es capaz de reponer la reserva de neutrófilos en 4-5 días, volviendo los recuentos a la normalidad si se resuelve la inflamación. Puede aparecer una neutrofilia con o sin desplazamiento a la izquierda si la inflamación continúa. A medida que la inflamación se vuelve crónica, y dura de unos días a varias semanas, los recuentos de glóbulos blancos y diferenciales suelen volver a la normalidad, lo que dificulta el diagnóstico de una inflamación crónica en rumiantes. En algunos casos, puede producirse un ligero aumento del número de neutrófilos, linfocitos y monocitos.

Leucograma de estrés

El leucograma de estrés es el resultado de la administración o liberación de glucocorticoides, generalmente por una enfermedad no inflamatoria, como un desplazamiento del abomaso o una indigestión. Típicamente, hay un recuento total de glóbulos blancos normal o aumentado, una neutrofilia madura, linfopenia, eosinopenia y monocitosis leve. La relación neutrófilos-linfocitos puede ser de 2-3:1, pero no hay desplazamiento a la izquierda.

Leucocitosis fisiológica

La leucocitosis fisiológica es el resultado de la liberación de epinefrina durante la excitación o el ejercicio. El aumento de la presión sanguínea y la contracción esplénica puede causar una leucocitosis leve transitoria, una neutrofilia madura o una linfocitosis. Este fenómeno no es tan frecuente en los rumiantes como en otras especies.

Plaquetas

Las plaquetas forman el tapón hemostático inicial de la vasculatura dañada y mantienen la integridad vascular. Las petequias y la tendencia a la hemorragia mucosa son signos clínicos que justifican una evaluación de las plaquetas. La trombocitosis suele ser secundaria (trombocitosis reactiva) y puede producirse por el ejercicio, el estrés o las afecciones inflamatorias. En los rumiantes, puede producirse un falso aumento del recuento de plaquetas debido al conteo de Glóbulos Rojos de pequeño tamaño como si fueran plaquetas por parte de algunos aparatos de análisis automatizados.

La trombocitopenia se define como un recuento de plaquetas inferior a 100.000 células/µL, produciéndose hemorragias prolongadas cuando el número de plaquetas es inferior a 40.000 células/µL, y hemorragias espontáneas con menos de 10.000 células/µL. Una hemorragia extensa puede dar lugar a una trombocitopenia leve debido a la pérdida de plaquetas en la sangre. Las causas específicas de la trombocitopenia en rumiantes incluyen la septicemia, la endotoxemia, la vasculitis, las toxicidades del helecho águila y del tricloroetileno, la infección por *Salmonella*, la mastitis, la metritis, la neoplasia, la coagulación intravascular diseminada, la infección por el virus de la diarrea vírica bovina y la infección por el virus de la lengua azul en las ovejas.

Proteínas plasmáticas

El plasma de los bovinos debe ser muy claro e incoloro, pero puede tener un tinte amarillo si los animales se alimentan con piensos verdes. Puede producirse plasma amarillo patológico asociado a la ictericia, lo que sugiere una hemólisis (intravascular o extravascular) o una enfermedad hepática. Una decoloración roja indica hemólisis, ya sea in vitro o in vivo (intravascular), que debe diferenciarse. Esto puede hacerse repitiendo el muestreo con estricta atención a la manipulación de las muestras.

Se puede obtener un nivel de TPP en la explotación utilizando un refractómetro de mano. Para interpretar las alteraciones de la TPP, hay que tener en cuenta los valores diferenciales de la albúmina y las globulinas. Esto requerirá pruebas adicionales a las que suelen incluirse en un hemograma. Si la TPP está alta, debe determinarse si la albúmina o las globulinas están altas, o ambas (panhiperproteinemia). Por el contrario, un descenso de la TPP puede deberse a un nivel bajo de albúmina, de globulinas o de ambos (panhipoproteinemia). La relación albúmina-globulina (A:G) normal es de 0.84-0.94 en el ganado bovino.

Panhiperproteinemia

Deshidratación

Panhipoproteinemia

Parasitismo por nematodos, enfermedad de Johne, salmonelosis

Hemorragia

Albúmina

Hiperalbuminemia

Deshidratación

Hipoalbuminemia

Producción insuficiente: Enfermedad hepática grave y crónica, ingesta deficiente

Pérdida: Enfermedad renal, gastrointestinal, hemorragia, exudación

Globulinas

Hiperglobulinemia

Enfermedad inflamatoria crónica: reticuloperitonitis traumática, absceso hepático, neumonía crónica

Enfermedades hepáticas

Hipoglobulinemia

No es frecuente de forma aislado en rumiantes maduros

Neonatos con falla de transferencia pasiva

El *fibrinógeno* es una proteína de fase aguda, fácil de analizar por la mayoría de los laboratorios. El fibrinógeno aumenta durante un periodo de dos días tras el inicio de una inflamación de origen bacteriano, vírico o químico, o de un traumatismo. La deshidratación puede provocar una hiperfibrinogenemia relativa además de una hiperproteinemia relativa. Para corregir un incremento del fibrinógeno por el estado de hidratación debe considerarse la ratio TPP-Fibrinógeno. Si la ratio es <10:1, hay un aumento absoluto del fibrinógeno, lo que indica inflamación. Un problema potencial de este análisis es que la inflamación también puede aumentar las globulinas, provocando un aumento absoluto del TPP, por lo que siempre debe tenerse en cuenta el estado de hidratación clínica al interpretar las proteínas plasmáticas. Una disminución del fibrinógeno es inusual, pero puede deberse a una enfermedad hepática y a la coagulación intravascular diseminada.

Lecturas sugeridas:

1. Cole DJ, Roussel AJ, Whitney MS. Interpreting a bovine CBC: Collecting and sample and evaluating the erythron. Vet Med 1997; 92(5):460-468.
2. Cole DJ, Roussel AJ, Whitney MA. Interpreting a bovine CBC: Evaluating the leukon and acute-phase proteins. Vet Med 1997; 92(5):470-478.
3. Harvey JW. Atlas of veterinary hematology: blood and bone marrow of domestic animals. Philadelphia: WB Saunders; 2001.
4. Jones ML, Allison RW. Evaluation of the ruminant complete blood cell count. Vet Clin N Am Food Animal Pract 2007;23(3):377-402.
5. Roussel AJ, Whitney MS, Cole DJ. Interpreting a bovine serum chemistry profile: part I. Vet Med 1997;92:553–8.
6. Roussel AJ, Whitney MS, Cole DJ. Interpreting a bovine serum chemistry profile: part II. Vet Med 1997;92(6):559–66.
7. Russell KE, Roussel AJ. Evaluation of the ruminant serum chemistry profile. Vet Clin N Am Food Animal Pract 2007;23(3):403-426.

LA INTERPRETACIÓN DE LAS PRUEBAS BIOQUÍMICAS EN EL ANÁLISIS DE SANGRE EN EL GANADO BOVINO

Meredyth L. Jones Cook

Food Animal Medicine and Surgery, College of Veterinary Medicine, Oklahoma State University, Stillwater, Oklahoma, USA

Large Animal Consulting & Education, Orlando, Oklahoma, USA

*E-mail: meredyth@largeanimalce.com

Introducción

La bioquímica sérica rutinaria incluye valores de electrolitos, macrominerales y enzimas asociadas a órganos. La bioquímica sérica es de gran valor en los casos de enfermedad metabólica primaria, en la monitorización de la respuesta sistémica a los fluidos y al ácido-base ante diversos procesos patológicos, y en la detección de enfermedades hepáticas o renales.

La muestra preferida para la bioquímica sérica se obtiene de un tubo evacuado después de una coagulación y centrifugación completas, o bien algunos analizadores pueden aceptar muestras de sangre total en tubos de heparina sódica. Los niveles de calcio pueden aparecer como bajos falsos en los análisis químicos realizados inadvertidamente en tubos EDTA.

Los rangos de referencia para los valores de bioquímica sérica son específicos de cada analizador, por lo que, aunque las referencias publicadas pueden servir como orientación general, no deben considerarse definitivas para todos los aparatos.

Electrolitos y glucosa

Sodio

Los niveles de sodio se controlan activamente en la sangre a través de bombas transmembrana, y el cloruro hace lo propio de forma pasiva. Los aumentos de sodio suelen estar relacionados con la deshidratación o la toxicidad salina. Los descensos de sodio suelen estar relacionados con fugas gastrointestinales o renales, la rotura de la vejiga urinaria, el secuestro de líquido en el tercer espacio (pleural, peritoneal) o, con menor frecuencia en rumiantes, con la insuficiencia cardiaca.

Cloruro

El cloruro varía generalmente en proporción al sodio. La hipocloremia con disminución proporcional del sodio puede observarse con la diarrea, la pérdida de sangre, la ascitis, la rotura de la vejiga o la enfermedad renal. En los rumiantes, una gran cantidad de cloruro se secuestra en el abomaso en forma de HCl. La hipocloremia sin una disminución proporcional del cloruro se observa en casos de estasis gastrointestinal y la acidosis metabólica. Los síndromes que provocan una falta de flujo abomasal adecuado, como el vólvulo abomasal, el desplazamiento, el linfosarcoma cerca del píloro y la obstrucción intestinal proximal pueden reducir profundamente el cloruro en la sangre periférica. La hipercloremia es poco frecuente en los rumiantes, pero puede observarse en casos de privación de agua y toxicidad salina.

Potasio

El potasio se localiza principalmente en el interior de las células, por lo que sus niveles en la sangre circulante son relativamente bajos. La hipopotasemia puede observarse en casos de anorexia, ya que el forraje es la principal fuente de potasio para los rumiantes, de alcalosis, la administración de insulina o dextrosa, la administración de mineralocorticoides, el uso de diuréticos, la diarrea y las enfermedades renales. Puede observarse recumbencia cuando los niveles en sangre caen por debajo de 2,5 mg/dL.

La hiperpotasemia es menos frecuente que la hipopotasemia en los rumiantes, pero puede producirse en casos de acidosis, obstrucción urinaria o puede ser un efecto del tratamiento de la sangre que provoque la ruptura celular. Los terneros con diarrea que padecen acidosis metabólica generalmente presentan hiperpotasemia, aunque tienen una deficiencia del potasio corporal total debido a la pérdida en la diarrea. Esto se debe a un intercambio, entre las células y el torrente sanguíneo, de potasio y el exceso de aniones hidrógeno. Inicialmente, a estos animales no se les debe administrar potasio debido a una posible cardiotoxicidad, pero una vez que se corrija la acidosis, el potasio se redistribuirá a las células y será necesario reponer el potasio que se ha perdido.

Calcio

La albúmina y el equilibrio ácido-base pueden alterar los niveles de calcio y el calcio disponible para participar en la función muscular. La mejor forma de obtener una idea más precisa del estado del calcio es midiendo el calcio ionizado, que se puede obtener de algunos analizadores localizados en las cuadras, pero que normalmente no se incluye en la bioquímica sérica estándar que ofrecen los laboratorios de referencia. La hipocalcemia puede observarse con el inicio de la lactancia, la endotoxemia, la ingesta de plantas que contienen oxalato, la insuficiencia renal crónica y la ingesta de etilenglicol. Además, el análisis accidental de sangre anticoagulada con EDTA, que quela el calcio, puede crear un nivel de calcio artificialmente bajo en los resultados de un análisis de sangre. La recumbencia en el ganado bovino puede ocurrir en animales con un nivel de calcio total de < 5 mg/dL. La hipercalcemia en el ganado es rara, pero puede observarse con la ingesta de plantas que contienen vitamina D.

Fósforo

El fósforo se controla hormonalmente de forma similar al calcio, con un movimiento activo de entrada y salida de la reserva almacenada en el hueso. La hipofosfatemia puede observarse en casos de la fiebre de la leche con hipocalcemia (y es una causa común de una mala reacción a la terapia de calcio), los bolos de dextrosa, la deficiencia dietética/anorexia y la ingesta de *Brassica* spp. Mientras que la hipocalcemia es un indicador temprano común de anorexia, le suele seguir rápidamente la hipofosfatemia y es un buen indicador de anorexia prolongada en rumiantes. La recumbencia debida a la hipofosfatemia se produce a niveles de < 1.0 mg/dL. La hiperfosfatemia es poco frecuente en los rumiantes.

Magnesio

No existe un control hormonal específico del magnesio en el organismo, se trata de un simple control de entrada y salida con poco almacenamiento. Por este motivo, la ingesta diaria y constante de magnesio es fundamental para mantener los niveles fisiológicos. La hipomagnesemia puede producirse durante la lactación en vacas adultas que consumen forrajes con alto contenido en humedad y potasio, en ganado que consume heno de mala calidad en invierno, en terneros alimentados con pastos de trigo y en animales transportados sometidos a dietas marginales. La recumbencia se produce cuando los niveles en sangre caen por debajo de 1.1 mg/dL. La hipermagnesemia es poco frecuente en el ganado vacuno, pero puede aparecer en caso de enfermedad renal y se asocia a un pronóstico poco favorable.

Glucosa

La concentración sanguínea de glucosa en los rumiantes es inferior a la de otras especies, con un rango de referencia de 50-80 mg/dL. La interpretación de los niveles de glucosa en sangre debe considerarse a la luz de cómo se ha manejado una muestra y de la duración de su almacenamiento. Los glóbulos rojos presentes en el tubo de muestra pueden utilizar hasta un 10% de la glucosa disponible por hora.

La hiperglucemia no se observa con frecuencia en los rumiantes, pero puede deberse al estrés, aunque los niveles no suelen elevarse tan significativamente como en otras especies como los camélidos y los gatos. La administración de fármacos glucocorticoides, la xilacina y la dextrosa puede causar hiperglucemia transitoria y la consiguiente diuresis osmótica. Con menor frecuencia, la obstrucción gastrointestinal proximal que afecta al páncreas puede provocar una hiperglucemia.

La hipoglucemia se observa con mayor frecuencia en neonatos anoréxicos o en casos de sepsis y, en raras ocasiones, en casos de insuficiencia hepática. Como se ha indicado anteriormente, el manejo de las muestras debe revisarse en casos de hipoglucemia inesperada debido a la posibilidad de una glucólisis in vitro.

Las enzimas de órganos y las pruebas del funcionamiento de los órganos

Nitrógeno ureico en sangre (BUN) y creatinina

El nitrógeno ureico en sangre y la creatinina son productos de desecho del metabolismo de las proteínas y la microflora intestinal (BUN) y del metabolismo muscular (creatinina). Estos productos de desecho se excretan a través de los riñones y, como tales, suelen considerarse indicadores de enfermedad renal. En los rumiantes, la dieta y la capacidad de reciclar la urea en el tracto gastrointestinal limitan la sensibilidad al aumento del BUN para diagnosticar una excreción incorrecta de la toxina. La creatinina es considerada el indicador más fiable, ya que suelen incrementarse sus niveles en el caso de enfermedad antes

que el BUN. La azotemia puede ser prerrenal, renal o posrenal. Si es prerrenal, indica una perfusión renal deficiente o una tasa de filtración glomerular reducida; si es renal, indica una insuficiencia renal verdadera; y si es posrenal, indica una obstrucción del flujo urinario. Pueden observarse incrementos leves de la creatinina en toros muy musculados.

Fosfatasa alcalina (FA)

La fosfatasa alcalina está asociada tanto con el tracto biliar como con los osteoblastos del hueso. Al margen de los incrementos en animales jóvenes en crecimiento debido a la actividad osteoclástica, la elevación de la FA es un indicador de obstrucción biliar. Pueden observarse niveles elevados en caso de una toxicidad por alcaloides de la pirrolizidina, la lipidosis hepática o la infestación por trematodos hepáticos.

Gamma-glutamil transferasa (GGT)

Aunque la GGT puede encontrarse en diversos órganos, como la glándula mamaria, el páncreas, el tracto gastrointestinal y los tractos urinario y reproductor, los niveles séricos no se ven afectados por alteraciones en estos órganos. Más bien, es su asociación con el tracto biliar lo que influye en los niveles séricos y los incrementos de GGT indican de forma fiable la existencia de enfermedad hepática y obstrucción biliar. Entre las causas comunes de un incremento de la GGT en rumiantes se encuentran la toxicidad por alcaloides de la pirrolizidina y la infestación por trematodos hepáticos. Debido a que la GGT se encuentra en la glándula mamaria, la GGT sérica resulta elevada en los neonatos lactantes.

spartato aminotransferasa (AST)

La AST es una enzima tanto muscular como hepática, pero su incremento clínico se observa con mayor frecuencia en lesiones musculares o aplastamiento, como ocurre en el ganado bovino reclinado. La AST es menos sensible y específica que la CK, pero tiene una semivida más larga, de 20 horas a 10 días. Por esta razón, no es muy útil para controlar la recuperación a intervalos regulares tras una lesión. Se ha demostrado su facultad para predecir la no recuperación en el ganado lechero. El ganado vacuno con una AST de >171 UI/L presenta una probabilidad de no recuperación un 80% mayor que el ganado vacuno con niveles <171 UI/L.

Bilirrubina

Los niveles de bilirrubina no suelen sufrir alteraciones en los rumiantes, pero cuando son elevados suele deberse a una enfermedad hemolítica (como parásitos sanguíneos o toxinas de los glóbulos rojos, como el cobre y algunas plantas) o a una enfermedad hepática.

La bilirrubina indirecta o no conjugada se libera a partir de la descomposición del hemo y se transporta al hígado unida a proteínas. Un nivel elevado de bilirrubina indirecta/no conjugada indica una hemólisis.

La bilirrubina directa o conjugada se conjuga en el hígado y se elimina a través del tracto gastrointestinal y la orina. Los niveles elevados de bilirrubina en este segmento indican obstrucción biliar, por lo que cabría esperar niveles elevados de GGT y FA.

Alanina transaminasa (ALT), sorbitol deshidrogenasa (SDH), lactato deshidrogenasa (LDH)

Estas enzimas asociadas al hígado no se consideran valiosas en animales de gran tamaño, pero pueden incluirse en cuadros pensados para múltiples especies.

La ALT está presente en cantidades tan pequeñas en las células que los daños hepáticos rara vez dan lugar a incrementos en animales grandes. Se considera un indicador valioso de enfermedad hepática en animales pequeños.

La SDH es específica del hígado, pero, al igual que la ALT, no es muy eficaz en animales grandes. También tiene una semivida corta y no es estable cuando se almacena la sangre.

La LDH se compone de cinco isoenzimas que se encuentran en muchos tejidos, como el corazón, el hígado, los riñones y las células sanguíneas. Varias isoenzimas pueden presentar niveles altos debido a problemas musculares o hepáticos y a muchos procesos patológicos. Esta falta de especificidad y valor predictivo ha hecho que se la denomine en broma la " Low Diagnostic Hormone".

Creatina cinasa (CK)

La creatina cinasa es sensible y específica para el músculo cardíaco y esquelético. Tiene una semivida muy corta en el ganado (4 horas) y, por lo tanto, es útil para controlar la recuperación de un animal a lo largo del tiempo. Tras una lesión muscular, los niveles de CK comenzarán a utilizarse de forma significativa a las 12 horas, alcanzando su máximo normalmente a las 48 horas, y descenderán gradualmente, a veces si el animal permanece recostado. Un aumento persistente de la CK a lo largo del tiempo indica una lesión continuada del músculo, como suele observarse en animales muy pesados que están recostados. La CK es una enzima sensible y pueden producirse aumentos de leves a moderados en terneros tras el nacimiento y tras inyecciones intramusculares en el ganado vacuno.

Lecturas sugeridas:

1. Jones ML, Allison RW. Evaluation of the ruminant complete blood cell count. Vet Clin N Am Food Anim Pract 2007;23(3):377-402.

2. Russell KE, Roussel AJ. Evaluation of the ruminant serum chemistry profile. Vet Clin N Am Food Anim Pract 2007;23(3):403-426.

3. Shpigel NY, Avidar Y, Bogin E. Value of measurements of the serum activities of creatine phosphokinase, aspartate aminotransferase and lactate dehydrogenase for predicting whether recumbent dairy cows will recover. Vet Rec 2003;152:773-776.

SISTEMA VISUAL DEL BOVINO DE LIDIA. APLICACIÓN PRÁCTICA

Juan Seva, J. Manuel Sanes y Juan M. Bueno

Universidad de Murcia.

El sistema visual del toro de lidia es fundamental en la Tauromaquia para entender el comportamiento de los animales en el ruedo. Animales que se producen para obtener ese comportamiento. El equipo de investigación Ciencia Taurina de la Universidad de Murcia comenzó a caracterizar el sistema visual del toro de lidia en el año 2010. La primera aportación fue sobre el estado refractivo ocular (ERO). Los resultados en condiciones *post mortem* del ERO medidos a lo largo del meridiano horizontal muestran una ligera tendencia hacia la hipermetropía, con valores medios de +0.63±0.46 Dioptrías (D) para el ganado manso y de +0.66±0.85 D para el toro de lidia. Se encontró que el 70% de los ojos de ambos tipos de bovino, de lidia y manso, estaban en el rango entre +0.50 y +1.50 D. Estos resultados *post mortem* fueron corroborados in vivo, donde los valores promedio del ERO en utreros de lidia son de +0.59±0.52 D. Por tanto, en media el toro de lidia es hipermétrope. Por su parte en el grupo de toros de lidia cuatreños el 55% de los ojos presentaba errores de refracción entre -0.25 y 0.75 D, mientras que en becerros y añojos sube hasta el 75%. En términos generales, los valores medios aumentan de forma significativa de +0.28±0.44 D en añojos hasta +0.66±0.85 D en cuatreños, lo que indica que hay cambios en el ERO en la raza de lidia con la edad. Así, el toro de lidia tiende a hacerse más hipermétrope con la edad. Esto indicaría que el proceso de emetropización, tal y como se entiende en óptica visual, no tiene lugar. Este cambio en el ERO puede estar relacionado tanto con el tamaño del globo ocular como con la potencia de la córnea (fundamentalmente su radio de curvatura). Así, la longitud axial del ojo aumenta (~2.4 mm entre cuatreños y añojos), mientras que el cambio en el radio corneal es mucho más moderado, lo que implica que una parte de la carga de este cambio refractivo recae también sobre el cristalino (espesor y curvatura) y la evolución de su espesor y los radios de curvatura de sus dos caras. En definitiva, los resultados muestran que el toro de lidia se vuelve más hipermétrope con la edad (en particular el valor de la refracción es más del doble), lo que implica que la visión cercana sería más deficiente en los cuatreños que en los añojos. Estos aspectos serían clave desde el punto de vista de la Tauromaquia, no sólo porque ésta se desarrolla fundamentalmente en la distancia corta, sino porque la lidia regular se lleva a cabo con animales de cuatro años o más, mientras que en las faenas camperas y otros espectáculos menores se utilizan habitualmente animales más jóvenes.

De igual forma también se ha analizado el concepto de toro burriciego, animal de vista defectuosa según el argot taurino, y su relación con el ERO. En la muestra de ojos de los toros estudiados los valores oscilaron entre -1.5 y +2.5 D. Esto indica que hay toros que son miopes y otros que son hipermétropes (y por supuesto emétropes). Si ligamos estos resultados con lo que ocurre en el ruedo, se puede llegar a entender aspectos importantes que han estado siempre presentes en el ámbito taurino. Resulta razonable que el hecho de que el animal muestre un evidente problema de visión (cerca o lejos) conlleve un comportamiento impredecible que puede exponer al torero a un riesgo excesivo por encima de lo que está acostumbrado. Puesto que los valores de refracción van desde la miopía hasta la hipermetropía, se podría pensar que aquellos relativamente lejos de la emetropía pueden ser responsables de este comportamiento atípico que se puede observar sólo cuando el animal está sobre el albero de la plaza. Por un lado, y con algunas matizaciones, la aportación de que *los toros burriciegos que ven poco de cerca y mucho de lejos*, podría corresponder con un estado refractivo hipermétrope. Por lo tanto, siendo el estado de refracción de los ojos del toro de lidia adulto hipermétrope en su mayoría, y con ello la caracterización general en la raza, se hace difícil explicar solamente con este parámetro la condición de ser los más peligrosos en su comportamiento para ser lidiados como indica José María de Cossío. Por otro lado, aquellos toros burriciegos clasificados como *los que ven mucho de cerca y poco o nada de lejos,* podrían ser aquellos en los que el estado refractivo de sus ojos se corresponde con una miopía. En la muestra analizada un pequeño grupo de ojos es miope. De forma individual y con relevancia clínica se han encontrado casos en los que la anisometropía, es decir la diferencia en el error de refracción entre ambos ojos del mismo animal, ha sido de hasta 1.50 D. Estas diferencias, en el defecto de refracción según presenten alteración en uno y otro ojo, podrían estar ligado con otras de las acepciones de toro burriciego, que se describen como la de aquellos que *ven bien de un ojo y mal de otro*, y otros *que ven mal de cerca y de lejos.*

Igualmente se ha valorado la Lateralidad en la visión del toro de lidia. En este sentido se investigó por una parte si la diferencia de comportamiento está asociada a un desequilibrio visual refractivo entre ojos contralaterales del mismo animal, y por otra parte si dicho proceso puede estar asociado a un proceso de lateralización cerebral. Se analizaron las lidias de toros

que dejaron constancia de que la mayoría de las faenas se realizan por el pitón derecho (56% frente a un 8% por el pitón izquierdo). Este hecho, como también ha sido demostrado previamente en otros animales, muestra que estadísticamente presentan un fenómeno de lateralización en su comportamiento. Si se tiene en cuenta que, la faena se realiza por un pitón o por otro (mostrando el engaño se muestra delante del ojo contrario al pitón por el que se torea), la pregunta clave sería: ¿podría este fenómeno de lateralización dominante estar asociado a un fenómeno visual? Para responder a dicha pregunta se midió la anisometropía ocular de los 75 animales, es decir las diferencias en el ERO entre pares de ojos contralaterales. Las medidas mostraron que el ojo derecho tiende a ser más hipermétrope y por tanto los ojos izquierdos son, en media mejores, que los derechos. Puesto que en la faena por el pitón derecho el engaño se muestra delante del ojo izquierdo (el mejor, visualmente hablando), esto nos lleva a pensar que el desequilibrio refractivo y la lateralización cerebral pueden estar ligados. Es de destacar que el estudio se basó en datos estadísticos referentes a la media de la población estudiada. A la hora de relacionar de forma individual la anisometropía de los animales con su comportamiento en la plaza, el pitón por el que se ha desarrollado la faena, no siempre ha coincidido con el contrario al ojo con mejor estado refractivo (es decir, pitón derecho – ojo izquierdo). Esto entendemos que es así porque en la lidia de un toro bravo influyen numerosos factores, algunos están ligados al torero. Si consideramos que el torero, como cualquier ser humano, debido a su lateralidad cerebral prefiere emplear la mano derecha es asumible que, en determinadas faenas, y al no tratarse de grandes desequilibrios refractivos, la forma de actuar del torero sea clave. Esto implicaría que la tendencia a desarrollar faenas por el pitón derecho no sólo estaría determinada por un mejor estado refractivo del ojo izquierdo, sino por los procesos de laterización presentes tanto en el torero como en el propio animal. Así, el hecho de que el toro tenga una lateralidad cerebral demostrada por tener mejor ojo izquierdo y tratarse de respuestas a estímulos rápidos que codifica en los bovinos el hemisferio derecho y que el torero tenga a su vez también una marcada lateralidad cerebral, podría justificar el amplio número de faenas que se producen por el pitón derecho. Según los datos obtenidos, el toro bravo muestra una lateralidad marcada en su comportamiento durante la lidia por el lado derecho del torero, que el toro responde con su pitón u ojo izquierdo. Este ojo izquierdo coincide con el que en promedio tiene un ERO más bajo, es decir, el que ve mejor objetos colocados cerca (al ser, en media, menos hipermétrope). Por ello, el entendimiento y justificación del comportamiento del toro por ambos pitones durante la lidia, podría estar asociado a diferencias en la calidad visual entre ambos ojos.

Otras aportaciones importantes al conocimiento del sistema visual del toro van referidas a la determinación de los valores del campo visual. El sistema visual de los bovinos en general, y el toro de lidia en particular, presenta adaptaciones a las condiciones ambientales donde desarrolla su actividad, acentuándose los aspectos importantes ligados a la supervivencia como animales no depredadores. Así, la disposición lateral con la visión panorámica correspondiente sirve para maximizar la fijación visual en objetos excéntricos (que podrían virtualmente ser de amenaza) y los movimientos periféricos. La combinación del área activa de la retina, la forma alargada de la pupila y la posición de las órbitas le proporciona al bovino una amplia visión monocular, aunque notablemente más extensa en la dirección horizontal que en la vertical. En posición natural de mirada el bovino es capaz de “escanear” el horizonte en base a sus dos campos monoculares. El campo binocular del toro de lidia, realizado en animales *post mortem*, es de unos 30º y se ha mostrado que prácticamente no cambia con la edad. Este campo binocular tan reducido (comparado con los aproximadamente 150° de los humanos) indica que la estereopsis está posiblemente limitada a distancias cortas, aunque el animal puede utilizar otras pistas para estimar las distancias. Además, hemos corroborado la existencia de dos zonas ciegas, una delante que hemos denominado zona de exclusión visual y otra detrás. Teniendo en cuenta los datos aquí mostrados, la extensión de la zona ciega posterior es de unos 126º en media, lo que implica que el campo visual total (medio) del toro de lidia es de 234º y no depende de la edad del animal. Por su parte la zona de exclusión visual, o zona ciega en la parte delantera que presenta el animal, es variable con la edad, en media hay un aumento progresivo de un 40% entre los añojos (~280 mm) y los cuatreños (~390 mm), el cambio es casi de un 90% si se comparan becerros (~210 mm) y cuatreños. Desde el punto de vista de la tauromaquia, los resultados aquí mostrados y discutidos ayudan sin lugar a duda a responder a la sempiterna pregunta: En condiciones normales, ¿ve el toro de lidia al torero cuando está colocado justamente delante de él a la distancia habitual de toreo? Puesto que ahora se conoce de forma fehaciente que la longitud de la zona de exclusión visual en un toro cuatreño es de aproximadamente 40 cm, la respuesta es contundente: Sí. Posiblemente las faenas “tremendistas” donde el torero se coloca relativamente cerca y delante del toro y éste no embiste, obedezcan a numerosos factores como el sometimiento, fatiga, hipermetropía, disminución de la agudeza visual, en definitiva, desconcierto e incertidumbre del animal durante determinada fase de la lidia.

Por último, sobre la visión del color, se ha analizado recientemente la sensibilidad espectral retiniana del toro de lidia en

relación con la discriminación de colores observando que el rango del espectro visible donde la retina del toro de lidia tiene mayor sensibilidad está entre el azul y el amarillo (es decir, longitudes de onda menores que el rojo). Es de interés hacer hincapié aquí en que este aspecto no implica en absoluto que no pueda "ver" o discriminar el color rojo, sino que el brillo, tono y saturación no coincide con el habitualmente detectado por una retina tricrómata (por ejemplo, las de los humanos). Además, el hecho de que el toro de lidia sea dicrómata lleva al animal a desarrollar una visión más sensible a movimientos súbitos. De ahí que el manejo se deba realizar con especial precaución. Igualmente, este dicromatismo tiene como consecuencia un realce de los contrastes claro-oscuro, la tendencia a moverse hacia zonas mejor iluminadas y tener un comportamiento peculiar ante los objetos no familiares y situados en el suelo.

Los resultados obtenidos por nuestro grupo de investigación pueden contribuir, por una parte, a añadir información a la caracterización del sistema visual del toro bravo, y por otra, a dar respuesta a cuestiones sobre reacciones del animal tanto en la dehesa como en el ruedo, aspectos que, aun siendo claves en el arte del toreo, han acarreado sus dudas posiblemente desde los propios orígenes de la Tauromaquia.

MEJORA DE LA GESTIÓN Y EL RENDIMIENTO REPRODUCTIVOS MEDIANTE UNA GESTIÓN ESPECÍFICA BASADA EN DATOS

Julio Giordano, Clara Rial, Ana Laplacette, y Emily Sitko

Department of Animal Science, Cornell University, Ithaca, NY 14853

jog25@cornell.edu

IDEAS CLAVES

- La gestión reproductiva selectiva (**GRS**) consiste en identificar grupos de vacas dentro de un rebaño que comparten características similares y que, por tanto, podrían beneficiarse de estrategias o intervenciones de gestión específicas.
- La GRS debería optimizar el rendimiento, la gestión, y la rentabilidad reproductiva, o todos estos aspectos a la vez, en mayor medida que si todo el rebaño se gestiona de la misma manera.
- La implantación de programas de GRS requiere una estrategia basada en datos para identificar a las vacas que comparten características de interés dentro de un rebaño. Las vacas pueden agruparse en función de una o varias características como, por ejemplo, el mérito genético de la fertilidad, la expresión del celo durante el periodo de espera voluntario, el nivel de producción de leche o la salud al principio de la lactación.
- Investigaciones recientes han demostrado algunos beneficios de la GRS sobre el rendimiento reproductivo del rebaño, la gestión y, en menor medida, sobre la rentabilidad.
- La aplicación del GRS en las explotaciones requiere métodos sencillos para clasificar a las vacas y la capacidad de gestionar más de un grupo de vacas de forma diferente. Esto es posible gracias a la integración de los datos del software de gestión de rebaños y otras herramientas basadas en datos.

INTRODUCCIÓN

La optimización del rendimiento reproductivo y de la gestión de las vacas lecheras en lactación es primordial para el éxito de las explotaciones lecheras. La eficiencia reproductiva es uno de los principales impulsores de la rentabilidad de las explotaciones, y las tareas relacionadas con la gestión reproductiva se encuentran entre las que requieren más tiempo y son más complejas de llevar a cabo.

A medida que la industria lechera evoluciona y se requieren nuevas estrategias para mejorar el rendimiento del rebaño, la gestión y las medidas de sostenibilidad, un posible planteamiento para mejorar la eficiencia reproductiva, optimizar las prácticas de gestión del rebaño y aumentar la rentabilidad es la gestión reproductiva selectiva (**GRS**). También conocido como gestión de "precisión" o "personalizada" (Giordano et al., 2022), este enfoque de gestión de rebaños consta de dos pasos clave.

El primer paso consiste en identificar subgrupos de vacas dentro de un rebaño que compartan algunas características biológicas o de rendimiento (en lo sucesivo, "predictores") asociadas a los resultados reproductivos y de rendimiento (**Figura 1**). Se debe disponer de los datos de estos predictores antes de los momentos clave para la toma de decisiones, como son el final del periodo de espera voluntario (**PEV**), el primer servicio, el diagnóstico de embarazo o una determinada fase de la lactancia. Ejemplos de características biológicas son la genética relativa a la fertilidad y la producción de leche. Un ejemplo de una característica de rendimiento potencial es la capacidad de expresar el celo una vez finalizado el PEV.

Una vez identificados los subgrupos de vacas, el segundo paso consiste en aplicar estrategias de gestión específicamente diseñadas para optimizar el rendimiento de las vacas, la rentabilidad del rebaño o los resultados alternativos de interés para los distintos subgrupos (**Figura 1**). Ejemplos de GRS son el sometimiento a IA con programas que priorizan la inseminación al detectar el celo (**AIE**) o la IA a tiempo fijo (**IATF**) (Fricke et al., 2014; Rial et al., 2022a; González et al., 2023), el aumento del valor económico de la descendencia y la reducción de los costes de reposición del rebaño mediante el uso selectivo de semen sexado, semen de vacuno, semen de toro valioso de alto mérito genético o transferencia de embriones (Kaniyamattam et al., 2018), la terapia hormonal dirigida (Bisinotto et al., 2015; Zolini et al., 2019), la manipulación de la duración del PEV (Stangaferro et al., 2018) y las decisiones de inseminación basadas en la probabilidad de éxito esperada o el

valor de la preñez son ejemplos de GRS (**Figura 1**). En última instancia, la expectativa es que al adaptar la gestión reproductiva se obtengan mejoras significativas en los resultados de interés (por ejemplo, P/IA del primer servicio, costes reproductivos) que si todo el rebaño se sometiera a una gestión similar.

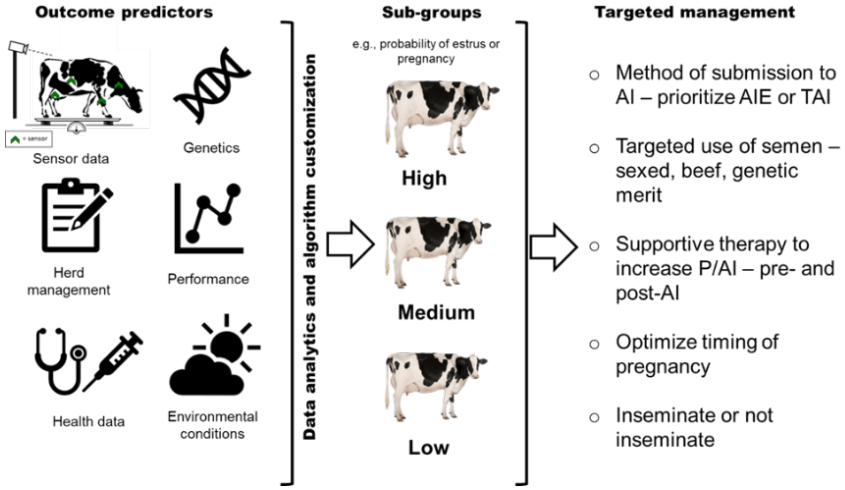


Figura 1. El marco conceptual para el desarrollo y la implantación de estrategias de gestión reproductiva selectiva (GRS). Los principales pasos incluyen la identificación de predictores de resultados reproductivos para crear subgrupos de vacas. Ejemplos de predictores son los datos de los sensores de los sistemas de monitorización automatizados, los rasgos genéticos, los datos de gestión del rebaño, los eventos sanitarios al inicio de la lactación y las condiciones medioambientales. Una vez identificados los subgrupos de vacas dentro de un rebaño, pueden aplicarse a estos subgrupos diferentes estrategias de gestión reproductiva. AIE = vacas inseminadas al detectar el celo, IATF = IA a tiempo fijo, P/IA = preñez por IA.

Debido a los numerosos pasos en la toma de decisiones sobre la gestión reproductiva a lo largo de la vida del ganado lechero, a la diversidad de datos y herramientas reproductivas disponibles y a la variedad de resultados de interés para su optimización o mejora, existen numerosas opciones para el desarrollo de programas de GRS. En los últimos años, se ha insistido en la identificación de vínculos entre los posibles predictores para su uso en la GRS y el rendimiento reproductivo. También se realizaron experimentos en explotaciones comerciales para evaluar el efecto de las distintas formas de GRS sobre el rendimiento, la gestión y la rentabilidad del rebaño.

IDENTIFICACIÓN DE PREDICTORES PARA UNA GESTIÓN REPRODUCTIVA SELECTIVA

La identificación y caracterización de los predictores de variabilidad en el rendimiento reproductivo de individuos o subgrupos de vacas es un primer paso en el desarrollo e implantación de programas de GRS. Los predictores podrían ser la causa de la diferencia en el potencial de rendimiento o simplemente estar asociados con el rendimiento reproductivo. En última instancia, las características más relevantes para la aplicación práctica de los predictores son:

(1) Su disponibilidad antes de un momento de interés para la toma de decisiones (por ejemplo, el día del primer servicio),

(2) Tener la mayor relación posible con los resultados de interés (por ejemplo, vacas con y sin dicho factor tienen una diferencia de 30 puntos porcentuales en su P/IA en el primer servicio) y,

(3) Recopilarse y estar disponibles para su uso de la forma más sencilla y económica posible (por ejemplo, las alertas de celo están disponibles durante el PEV porque la granja utiliza un sistema de control automatizado para supervisar la salud de las vacas).

Muchas de los vínculos entre predictores y resultados reproductivos que se están explorando para su uso en la GRS se conocen desde hace mucho tiempo, mientras que otras son más recientes y están insuficientemente caracterizadas. Hasta

hace poco, una de las mayores limitaciones para identificar y utilizar predictores de GRS era poder generar y evaluar suficientes datos de un gran número de vacas en las condiciones de una explotación comercial. La recopilación de datos suficientes resultaba demasiado engorrosa o cara. Esto ha cambiado recientemente debido a la disponibilidad de tecnologías que permiten la recogida automatizada de datos de un gran número de vacas con menor dificultad y a un coste mucho menor. Al mismo tiempo, las herramientas informáticas y los programas de gestión de rebaños lecheros han mejorado en su capacidad de integrar datos en tiempo real, lo que facilita la aplicación de las estrategias de GRS basadas en datos en las explotaciones. Por ejemplo, muchos sistemas de detección automática del celo (**AED**) transfieren las alertas automáticas de celo (**AEA**) al software de gestión del rebaño lechero, el cual genera los comandos para asignar las vacas a los protocolos. En tal caso, no es necesaria ninguna acción por parte del personal de la explotación y se pueden automatizar completamente todos los pasos del proceso de asignar las vacas a los grupos y aplicar las estrategias de gestión específicas.

Existen numerosos predictores de resultados reproductivos que podrían utilizarse en la GRS. Sin embargo, nos centraremos en algunos que resultan prometedores y para los que los investigadores y las explotaciones comerciales disponen de datos de un gran número de vacas.

Alertas automáticas de celo y otros datos procedentes de sensores

No es ningún secreto que las vacas que muestran el celo durante el PEV tienen más probabilidades de un mejor rendimiento reproductivo que las vacas que no expresan el celo. Por lo tanto, la relación entre la aparición de alertas automáticas de celo (AEA) durante el PEV y el rendimiento reproductivo ha sido objeto recientemente de gran interés por parte de los investigadores. Por ejemplo, un estudio retrospectivo que agrupó vacas lactantes de cinco granjas comerciales de Alemania basándose en el número de alertas automáticas de celo (AEA) registrados entre 7 y 40 DIM (Borchardt et al., 2021), mostró que las vacas con ≥1 eventos de celo registrados (47% de las vacas) tenían más probabilidades de ser inseminadas antes de 100 DIM, recibían la primera IA antes y tenían mayor tasa de preñez que las vacas sin alertas automáticas de celo (AEA) durante el PEV.

En consonancia, en dos estudios recientes de nuestro grupo informamos de resultados similares en vacas equipadas con sensores acoplados a la oreja (Smartbow, Zoetis Inc.) o al cuello (c-Sense, Merck Livestock Intelligence) para la detección automática del celo (Rial et al., 2022a; Laplacette et al., 2022). Las vacas con ≥1 alertas automáticas de celo (AEA) durante un PEV de 50 días (53% de las vacas) tenían más probabilidades de ser inseminadas al detectar el celo (AIE) en el primer servicio, tenían mayor P/IA en el primer servicio y mayor tasa de preñez a los 150 DIM que las vacas sin alertas automáticas de celo (AEA) durante el PEV (**Tabla 1**). Curiosamente, estas conexiones se observaron en vacas gestionadas con programas diseñados para maximizar la inseminación al detectar el celo (AIE) o que utilizaban la IATF, lo que sugiere que existe la posibilidad de aplicar estrategias de GRS a la hora de priorizar el envío de las vacas a IA en el momento del celo detectado o a la IATF (Rial et al., 2022a; Laplacette et al., 2022).

Tabla 1. La proporción de vacas inseminadas en el momento del celo detectado, las preñeces por IA hasta la primera cubrición y el porcentaje de vacas preñadas a los 150 DIM en vacas lecheras en lactación con al menos una (**AEA-PEV**) o ninguna (**NoAEA-PEV**) alertas de celo automatizadas durante un periodo de espera voluntario de 50 días en un estudio que utilizó sensores acoplados a la oreja (Estudio 1; Rial et al., 2022a) y un estudio que utilizó sensores acoplados al cuello (Estudio 2; Laplacette et al., 2022) para la detección automatizada del celo.

Elemento	Grupo		Dif. p.p[1]	*P*-val
	AEA-VWP	NoAEA-VWP		
Vacas AIE, % (n)				
Estudio 1	85,7 (520)	48,3 (457)	37,4	<0.01

Estudio 2	83,3 (346)	45,0 (233)	38,3	<0.01
Media	84,7 (866)	47,2 (690)	37,5	
P/IA primer IA, % (n)				
Estudio 1	42,4 (785)	36,8 (683)	5,6	0,03
Estudio 2	38,7 (648)	23,6 (418)	15,1	<0.01
Media	40,7 (1.433)	31,8 (1.101)	8,9	
Preg. 150 DIM, % (n)				
Estudio 1	79,5 (785)	70,8 (683)	8,7	<0.01
Estudio 2	75,8 (691)	58,5 (486)	17,3	<0.01
Media	77,8 (1.476)	65,7 (1.169)	12,1	

[1]Diff p.p. = diferencia en puntos porcentuales entre el AEA-VWP y NoAEA-VWP

En conjunto, los datos de estos estudios realizados en diferentes países y con diferentes sistemas de detección automática del celo (AED) han demostrado claramente que las alertas automáticas de celo (AEA) durante el PEV podría ser una herramienta útil para crear subgrupos de vacas para la GRS. El tamaño de los grupos de vacas con o sin alertas automáticas de celo (AEA) durante el PEV, y las diferencias en los resultados reproductivos entre los grupos fueron lo suficientemente grandes como para justificar el estudio de la GRS.

La predicción genética de la fertilidad

Se han descrito varias asociaciones relevantes sobre la capacidad de predecir la transmisión genómica para la fertilidad (por ejemplo, gDPR, gCCR, RI) y los resultados reproductivos (Lima et al., 2020; Chebel y Veronese, 2020; Sitko et al., 2023). Por ejemplo, Lima et al. (2020) informaron que las vacas Holstein lactantes gestionadas mediante el protocolo Presynch-Ovsynch en el cuartil más alto de gDPR tenían mayores probabilidades de recibir inseminación al detectar el celo (AIE), tenían menos días y un mayor número de P/IA con la primera cubrición, quedaban preñadas antes y más vacas estaban preñadas al final de la lactancia en comparación con las vacas en el cuartil más bajo de gDPR. En otro estudio, se reportaron correlaciones positivas entre la gDPR con el riesgo del primer estro después del parto, el número de eventos de estro antes de 62 DIM, y un menor número de días hasta la preñez en vacas Holstein en un sistema de confinamiento (Chebel y Veronese, 2020). Un estudio reciente de nuestro grupo (Sitko et al., 2023), observó que las vacas primíparas lactantes de seis rebaños comerciales de Nueva York en el cuartil más alto de gDPR tenían un mejor rendimiento reproductivo que las vacas en el cuartil más bajo. A diferencia de los estudios anteriores de Lima et al. (2020) y Chebel y Veronese (2020), las vacas de nuestro estudio fueron gestionadas con programas reproductivos que generaron condiciones fisiológicas y dinámicas de inseminación muy diferentes. La mitad de las vacas se gestionaron con un programa que daba prioridad a la inseminación al detectar el celo (AIE) y tenía un PEV corto (es decir, 50 días), mientras que la otra mitad se gestionó con un programa que se basaba más en la IATF mediante programas de fertilidad, y tenía un PEV más largo (es decir, 84 días) y un protocolo de resincronización más

agresivo. Curiosamente, el grupo de fertilidad alta tuvo un P/IA mayor a la primera cubrición independientemente del programa de gestión (Tabla 2), quedó preñado antes durante la lactación (HR 1,4; 95% CI 1,2 a 1,5; P < 0,05), y tendió a tener más vacas preñadas a los 200 DIM (91,1 vs. 86,9% para el cuartil más alto vs. más bajo de gDPR; P = 0,06).

Además, un menor número de vacas en el cuartil más bajo (65,5%) que en el más alto (74,5%) de gDPR recibieron inseminación al detectar el celo (AIE) con el programa que priorizaba la detección del celo frente a la IATF. Conforme a lo esperado, las vacas de los cuartiles medios obtuvieron un rendimiento intermedio en la mayoría de los resultados.

En conjunto, todos estos estudios demostraron relaciones coherentes entre el rendimiento reproductivo y las predicciones genómicas en una amplia gama de condiciones de gestión de explotaciones comerciales y programas que dan prioridad a la inseminación al detectar el celo (AIE) o la IATF. Así pues, las predicciones genómicas de la fertilidad utilizadas solas o en combinación con otros predictores podrían ser una herramienta adecuada para identificar subgrupos de vacas susceptibles de GRS.

Tabla 2. Relación entre el grupo de fertilidad basado en los cuartiles de la tasa de preñez de hijas genómicas (gDPR) y las preñeces por IA 32 días después de la IA del primer servicio para vacas Holstein primíparas en lactación (Giordano et al., 2022).

	Grupo cuartil				
Artículo[1]	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	*P*
P/IA General[2]	58,7^{A}	57,3^{AB}	52,4^{B}	45,4^{C}	<0.01
	(618)	(685)	(602)	(629)	
P/IA solo para AIE[2]	54,2^{A}	49,0^{A}	48,3^{A}	36,4^{B}	<0.01
	(233)	(265)	(240)	(222)	
P/IA solo para TAI[3]	58,9^{A}	60,0^{AB}	52,6^{BC}	48,2^{C}	0,03
	(385)	(420)	(362)	(407)	

La gestión del rebaño, la salud, la productividad y otros posibles predictores

Cualquier otra característica de una vaca, la aplicación de una determinada gestión del rebaño o sucesos que se asocien sistemáticamente con los resultados reproductivos podrían utilizarse como factores de predicción en una GRS. Una característica bovina disponible y sencilla de utilizar es la paridad, que se ha asociado con la probabilidad de expresión del celo y la fertilidad en múltiples estudios (Madureira et al., 2015; Pinedo et al., 2020). Se sabe que la gestión y las condiciones ambientales, como la densidad de ganado y el estrés térmico, influyen sistemáticamente en el rendimiento reproductivo de las vacas (De Rensis y Scaramuzzi, 2003). Los trastornos de salud en la lactancia temprana se asociaron con un menor número de P/IA, menores tasas de preñez y mayores pérdidas de embarazo (Carvalho et al., 2019). El alto rendimiento de leche en vacas del mismo rebaño o gestionadas en las mismas condiciones se ha relacionado con un peor rendimiento reproductivo, incluyendo un menor número de P/IA y una menor tasa de embarazo (Stangaferro et al., 2018). Por lo tanto, cada uno de estos factores podría utilizarse para crear subgrupos de vacas para una GRS. A diferencia de los parámetros generados por sensores y las predicciones genómicas, los datos de varios de estos predictores se recogen de forma rutinaria o se registran fácilmente en el software de gestión del rebaño sin coste adicional, ya que suelen utilizarse para otras prácticas de gestión del rebaño o para la toma de decisiones.

La combinación de múltiples predictores

Las estrategias para identificar subgrupos de vacas con mayor variabilidad en su potencial reproductivo que a través de predictores individuales podrían potenciar los beneficios de la GRS en cuanto a rendimiento, gestión o rentabilidad. Cuanto mayor sean las diferencias potenciales entre los grupos de vacas susceptibles de una gestión selectiva, mayor será el valor de

las intervenciones específicas. Por lo tanto, la agrupación de vacas en función de múltiples predictores podría ayudar a identificar subgrupos con mayores diferencias de rendimiento que cuando se utiliza un único predictor.

En un estudio reciente (Rial et al., 2022b), exploramos cómo la agrupación de vacas basada en la combinación de características, el rendimiento y los datos de lactación temprana mediante alertas automáticas de celo (AEA) registradas durante el PEV podría utilizarse para crear grupos para la GRS. Por ejemplo, el grupo de las vacas que tuvieron al menos una AIE durante el PEV, estaban en el tercil medio y superior de la gDPR, estaban en el tercil inferior y medio de rendimiento lechero hasta los 50 DIM y no tenían ningún trastorno de salud detectado a los 21 DIM (es decir, no tenían ningún factor de riesgo de bajo rendimiento reproductivo), tenían una proporción significativamente mayor de vacas con AIE, un mayor número de P/IA en la primera cubrición y un mayor número de vacas preñadas a los 150 DIM en comparación con el resto de las vacas del rebaño (todas P < 0,05; Figura 2).

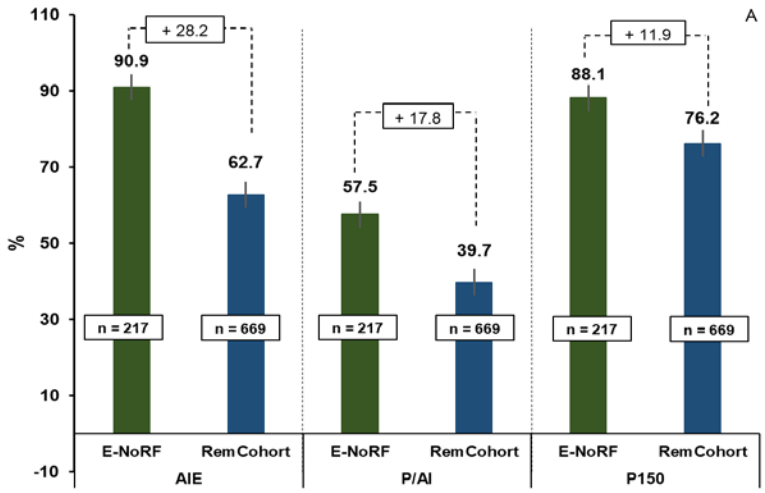


Figura 2. Porcentaje de vacas con inseminación al detectar el celo (AIE), embarazos por IA (P/IA), y porcentaje de vacas preñadas a los 150 DIM (P150) para vacas que tuvieron al menos una alerta automática de celo (AEA) durante el PEV, que estaban en el tercil medio y alto de la gDPR, en el tercil bajo y medio de producción de leche hasta los 50 DIM y que no tenían ningún trastorno de salud detectado a los 21 días, en comparación con el resto de las vacas del rebaño. Las vacas de este estudio fueron sometidas a la primera cubrición con una combinación de IA en el momento de detectar el celo e IA a tiempo fijo. P < 0,05 para todas las comparaciones. E-NoRF = alerta automática de celo y ningún factor de riesgo de bajo rendimiento reproductivo, RemCohort = todas las demás vacas del rebaño.

En resumen, existen pruebas de varias relaciones coherentes entre los posibles predictores del potencial reproductivo y los resultados de interés. Las diferencias observadas en las vacas agrupadas en función de estos predictores fueron de magnitud suficiente para justificar la exploración y aplicación de estrategias de GRS. Dado que ningún factor por sí solo puede explicar toda la variación en una población de vacas y que múltiples predictores pueden interactuar entre sí, la combinación de múltiples predictores podría ser beneficiosa para crear subgrupos de vacas que presenten mayores diferencias de rendimiento para la GRS.

LOS EFECTOS DE LOS PROGRAMAS DE GRS EN EL RENDIMIENTO DE LOS REBAÑOS Y EN LOS RESULTADOS

La gestión reproductiva selectiva basada en alertas automáticas de celo durante el PEV

Basándose en la relación conocida entre la aparición de las alertas automáticas de celo (AEA) durante el PEV y el

rendimiento reproductivo, se han diseñado programas de gestión del primer servicio que combinan un periodo de inseminación al detectar el celo (AIE) seguido de IATF para vacas con o sin alertas automáticas de celo (AEA) durante el PEV.

En un experimento reciente de nuestro grupo (Rial et al., 2022a), comparamos el rendimiento reproductivo de vacas gestionadas mediante un programa de GRS diseñado para priorizar la inseminación al detectar el celo (AIE) (**TP-AIE**) y optimizar el momento de la primera cubrición agrupando a las vacas en función de las alertas automáticas de celo (AEA) registradas durante el PEV (**Figura 3**). El programa TP-AIE tenía como objetivo maximizar la IA a celo para las vacas con alertas automáticas de celo (AEA) durante el PEV dando a estas vacas 31 días para la detección del celo antes de su inscripción en el protocolo P4-Ovsynch para la IATF. Por el contrario, las vacas sin alertas automáticas de celo (AEA) durante el PEV sólo dispusieron de 17 días para la detección del celo. La idea detrás de esta estrategia era minimizar el uso de la IATF y maximizar el uso de la inseminación al detectar el celo (AIE) en las vacas con mayores probabilidades de expresar el celo y tener una buena fertilidad si se inseminaban a celo. Por otro lado, se esperaba que un uso más agresivo de la IATF beneficiara a las vacas con menores probabilidades de expresar el celo y que tuvieran una buena fertilidad si se inseminaban en celo, mediante una reducción de los días hasta la primera cubrición y un mayor P/IA. Los beneficios e inconvenientes del programa TP-AIE se compararon con los de un programa sin GRS que también daba prioridad a la AIE (**P-AIE**) pero no utilizaba las alertas automáticas de celo (AEA) durante el PEV para agrupar a las vacas, y con los de un programa que utilizaba la inseminación al detectar el celo (AIE) tras un protocolo de doble ovsincronización para todas las vacas y que tenía un PEV más largo (**ALL-TAI**). El tratamiento P-AIE ayudó a evaluar los efectos de la gestión de las vacas sometidas a las alertas automáticas de celo (AEA) durante el PEV, mientras que el programa ALL-TAI se incluyó porque se sabe que maximiza la fertilidad en el primer servicio y contribuye a una excelente tasa de preñez.

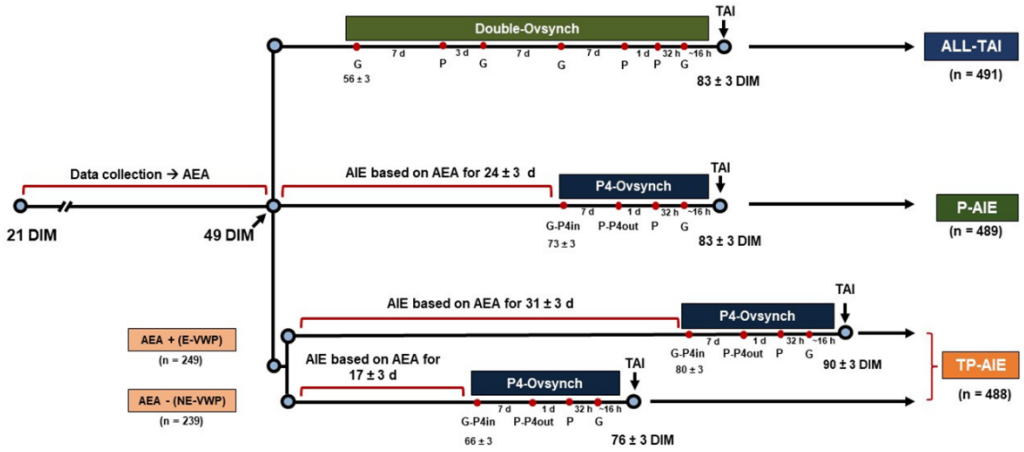


Figura 3. Vacas Holstein en lactación fueron asignadas a un programa que utilizaba la IATF después de un protocolo Double-Ovsynch con dos PGF2α y un PEV extendido para todas las vacas (ALL-TAI), un programa que priorizaba la inseminación al detectar el celo (AIE) y utilizaba la IATF para vacas no detectadas en celo (P-AIE), o un GRS que priorizaba la inseminación al detectar el celo (AIE) y proporcionaba diferentes periodos para la detección del celo a las vacas sometidas o no a las alertas automáticas de celo (AEA) durante el PEV (TP-AIE). AEA = alertas automáticas de celo, AIE = IA al detectar el estro mediante las AEA, P4-Ovsynch = Protocolo Ovsynch con dos PGF2α y suplemento de progesterona a través de un dispositivo CIDR.

Curiosamente, el programa TP-AIE dio lugar a una mayor tasa de embarazos después del parto (HR = 1,2; IC 95%: 1,1 a 1,4), pero la misma proporción de vacas preñadas a los 150 DIM que el programa ALL-TAI (**Figura 4**). Las vacas del programa TP-AIE generaron preñeces más rápidamente después del parto a pesar de tener un P/IA reducido (P< 0,05) en la primera cubrición [~8 puntos porcentuales (p.p.)] que el tratamiento ALL-TAI. La mayor tasa de preñez, que se tradujo en ~50% de las vacas preñadas en el momento en que las vacas del tratamiento ALL-TAI recibieron el primer servicio, se debió a una combinación de un menor número de dias en leche (DIM) en el momento del primer servicio y una reinseminación temprana

de las vacas no preñadas. Además, la P/IA general al primer y segundo servicio fue relativamente alta (~40%), lo que contribuyó a generar muchos embarazos precoces. Aunque el tratamiento TP-AIE fue efectivo a la hora de incrementar la tasa de preñez al principio de la lactación, esta ganancia fue insuficiente para generar más preñeces que el tratamiento ALL-TAI a los 150 DIM porque, con el tiempo, este último compensó por el retraso en el momento de la primera cubrición.

Por lo tanto, desde una perspectiva práctica, el programa TP-AIE puede ayudar a maximizar la inseminación de vacas en celo mientras se destina la IATF a las vacas que de otro modo sufrirían un retraso en la primera cubrición. Este enfoque justifica mejor el uso de la sincronización de la ovulación para la IATF. Por ejemplo, en el experimento de Rial et al. (2022a), sólo el 15 y el 53% de las vacas con y sin alertas automáticas de celo (AEA) durante el PEV recibieron IATF frente al 100% de las vacas en el tratamiento ALL-TAI. Aparte de una mejor justificación del uso de la IATF, no se observaron ventajas importantes en el caso del programa TP-AIE con respecto al P-AIE. En general, la proporción de vacas AIE (P-AIE = 72,3%, TP-AIE = 68,2%), P/AI (P-AIE = 40,2% y TP-AIE = 39,5%), y la tasa de preñez (HR = 1,2; 95% CI 1,1, 1,4) no fueron diferentes en estos dos programas.

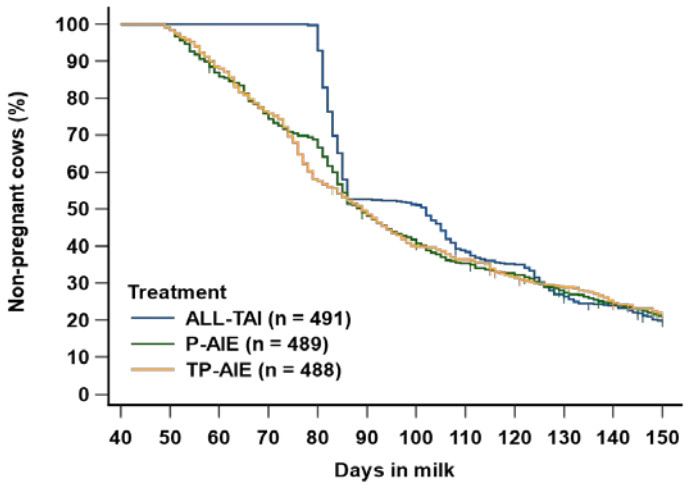


Figura 4. Curvas de supervivencia del tiempo hasta el embarazo hasta 150 DIM. El cociente de riesgos del tiempo transcurrido hasta el embarazo fue mayor (P = 0,008) para los tratamientos TP-AIE (CRI = 1,2; IC 95%: 1,1; 1,4) y P-AIE (CRI = 1,2; IC 95%: 1,1; 1,4) que para el tratamiento ALL-TAI. No hubo diferencias entre los tratamientos P-AIE y TP-AIE (HR = 1.0; 95% CI 0.9, 1.2). El tiempo medio hasta el embarazo fue de 102, 89 y 89 días para los tratamientos ALL-TAI, P-AIE y TP-AIE, respectivamente.

Los resultados de Rial et al. (2022a) se reprodujeron casi exactamente en otro experimento más reciente de nuestro grupo, en el que se utilizó un diseño experimental muy similar, pero con vacas lecheras lactantes en una central lechera de México y empleando sensores conectados al cuello en lugar de un sistema de detección automática del celo (AED) conectado a la oreja (Laplacette et al., 2022). Experimentos similares de otros grupos también han arrojado resultados parecidos (Fricke et al., 2014; González et al., 2023).

En conjunto, los datos de varios experimentos sugieren que las estrategias de GRS que utilizan las alertas automáticas de celo (AEA) durante el PEV para priorizar la inseminación de las vacas en celo y optimizar el momento de la inseminación podrían ser una estrategia razonable a utilizar cuando la tasa de preñez después del parto y el porcentaje de vacas preñadas a mitad de lactación son los elementos de valoración más relevantes. Por el contrario, los programas de GRS que priorizan la inseminación al detectar el celo (AIE) pueden no ser ideales para rebaños que prefieren o necesitan maximizar la P/IA del

primer servicio.

Para el éxito de este tipo de programa es fundamental la aplicación de programas eficaces y precisos de detección del celo combinados con el uso sistemático y oportuno de la sincronización de la ovulación. Esto puede lograrse fácilmente en las granjas que utilizan sistemas de detección automática del celo (AED) durante el PEV porque las alertas automáticas de celo (AEA) puede transferirse al software de gestión del rebaño lechero para asignar vacas a programas de gestión personalizados.

Gestión reproductiva selectiva basada en predicciones genómicas

Basándose en la conocida relación entre el mérito genético para la fertilidad y el rendimiento reproductivo, también se ha explorado el uso de predicciones genómicas para crear subgrupos de vacas para someterlas a la GRS. En un experimento con vacas Holstein primíparas lactantes de seis granjas comerciales de Nueva York (Sitko et al., 2023), probamos la hipótesis de que las vacas de diferente mérito genético para la fertilidad tendrían diferentes respuestas a un programa de gestión reproductiva que priorizara la inseminación al detectar el celo (**P-AIE**) frente a uno que priorizara la IATF (**P-TAI**) para todos los servicios de IA (**Figura 5**). Más concretamente, nuestra hipótesis era que las vacas con un mérito genético superior para la fertilidad tendrían un rendimiento reproductivo similar cuando se gestionaran con el programa P-AIE o P-TAI, mientras que las vacas con un potencial de fertilidad inferior tendrían un rendimiento reproductivo mejorado si se gestionaban con el programa P-TAI. La idea detrás de esta hipótesis era que las vacas de alta fertilidad mostrarían un buen rendimiento independientemente del tipo de gestión, mientras que las vacas de baja fertilidad se beneficiarían de un uso agresivo de la IATF. Para comprobar esta hipótesis, las vacas clasificadas en un grupo de fertilidad alta (**Hi-Fert**), media (**Med-Fert**) y baja (**Lo-Fert**) en función de un valor de Índice de Reproducción (**IR**) calculado a partir de varios valores gPTA proporcionados por la prueba Clarifide (Zoetis Inc.) fueron asignadas al tratamiento P-AIE o P-TAI. Los valores medios del IR, que eran una predicción de los días abiertos, eran 95, 99 y 104 (SEM ± 0,4 para todos) para los grupos Hi-, Med- y Lo-Fert, respectivamente. Dado que el gDPR es un componente significativo del IR, los grupos de fertilidad presentaron las diferencias esperadas en el gDPR (Hi-Fert = 2,49, Med-Fert = 1,22, Lo-Fert = -0,02; SEM ± 0,12 para todos).

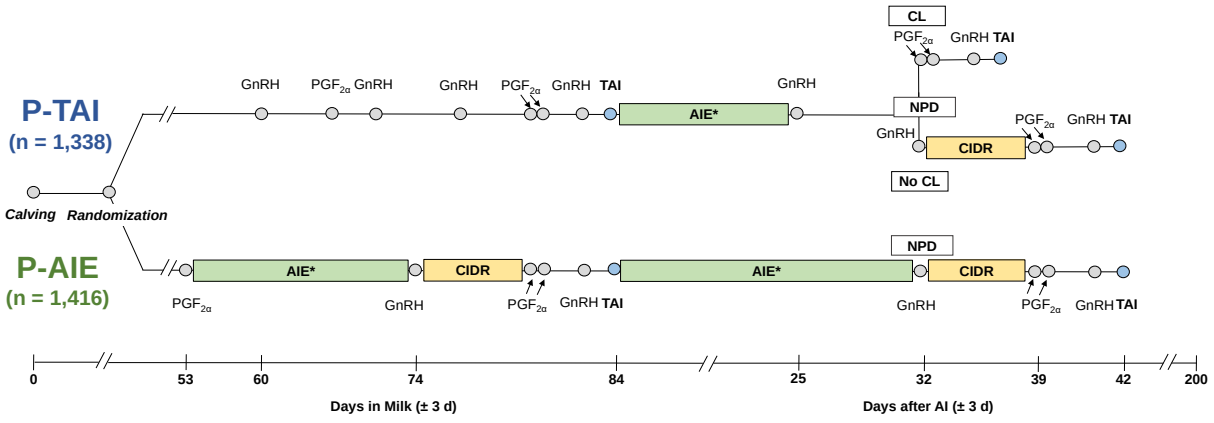


Figura 5. Las vacas en el P-TAI recibieron IA a tiempo fijo (**IATF**) a los 84 ±3 DIM después de Doble-Ovsynch. A partir de entonces, las vacas recibieron IA en el momento del celo detectado (**AIE**) en cualquier momento o IATF si no había AIE. Las vacas no gestantes con un cuerpo lúteo ≥ 15 mm y un folículo ovárico ≥ 10 mm recibieron un protocolo D25-Resynch con dos tratamientos de PGF2α. Las vacas que no cumplían estos criterios recibieron un protocolo Ovsynch-56 modificado con dos tratamientos de PGF2α y suplementos de progesterona (**P4-Ovsynch**). Las vacas en el P-AIE eran candidatas a la AIE tras un tratamiento con PGF2α a los 53±3 DIM. Las vacas no aptas para AIE después de 74 ± 3 DIM recibieron IA a tiempo fijo después de P4-Ovsynch. A partir de entonces, las vacas podían someterse a una inseminación al detectar el celo (AIE) en cualquier momento. Las vacas no gestantes en el momento del diagnóstico de gestación a los 32 ± 3 días después de la IA recibieron P4-Ovsynch para una IATF a los 42 ± 3 d después de la IA. AIE* = vacas AIE durante la sincronización de la

ovulación.

Los datos corroboraron parcialmente nuestra hipótesis, ya que las vacas de los distintos grupos de fertilidad tuvieron una respuesta diferente a los tratamientos, pero sólo para algunos de los resultados evaluados. Además, algunos resultados no se ajustaban a nuestras expectativas.

Para el primer servicio, el tratamiento P-TAI aumentó el P/AI para las vacas de todos los grupos de fertilidad (Tabla 3). Esto concuerda con la idea de que el grupo Lo-Fert se beneficiaría de la combinación de un PEV más largo y el uso de un protocolo de fertilidad (Double-Ovsynch). Así, estas dos estrategias combinadas podrían utilizarse para aumentar la fertilidad del grupo Lo-Fert cuando el objetivo principal es maximizar el P/AI del primer servicio. Alternativamente, los datos también mostraron que el programa P-AIE, que podría ser más simple, más barato de aplicar, y que minimiza el uso de la IATF, muy probablemente reduciría el P/AI para las vacas de baja fertilidad (**Tabla 3**).

Tabla 3. Los efectos del grupo de fertilidad y del tratamiento en el número de embarazos por IA y en la pérdida de preñez en vacas clasificadas en un grupo de fertilidad alta (**Hi-Fert**), media (**Med-Fert**) y baja (**Lo-Fert**) en función de un Índice de Reproducción (**IR**) y asignadas a un programa que priorizaba la inseminación al detectar el celo (**P-AIE**) frente a otro que priorizaba la IATF (**P-TAI**) para todos los servicios de IA hasta 200 DIM (Sitko et al., 2023).

	Grupo de fertilidad (GF) basado en el Índice de Reproducción (IR)								
	Alta		Media		Baja		P-value[2]		
Artículo[1]	P-AIE	P-TAI	P-AIE	P-TAI	P-AIE	P-TAI	Trt	GF	Trt×GF
P/AI primer test, (n)	$55,0^{Aa}$ (387)	$64,3^{Ab}$ (379)	$47,8^{Ba}$ (524)	$59,4^{Bb}$ (466)	$43,4^{Ca}$ (423)	$52,0^{Cb}$ (386)	<0.01	<0.01	0,81
P/AI confirm., (n)	$53,8^{Aa}$ (387)	$61,5^{Ab}$ (379)	$45,4^{Ba}$ (524)	$55,8^{Bb}$ (466)	$41,1^{Ca}$ (423)	$48,4^{Cb}$ (386)	<0.01	<0.01	0,79
Perdida embarazo, (n)	2,0 (207)	4,3 (239)	5,0 (247)	6,0 (273)	5,5 (185)	6,8 (201)	0,14	0,10	0,68

[1]Primer test de embarazo a los 32 ± 3 d después de la IA. Confirmación de la preñez entre 56 y 72 días después de la IA según la explotación. Pérdida embarazo = pérdida de embarazo entre los dos test de embarazo.

[2]Trt = tratamiento, GF = Grupo de fertilidad, Trt x FG = tratamiento por interacción de fertilidad.

[A,B,C] Los diferentes superíndices dentro de una fila indican (P ≤ 0,05) entre grupos de fertilidad o tratamiento por interacción de fertilidad.

[a,b,c] Los diferentes superíndices dentro de una fila indican (P ≤ 0,05) entre grupos de tratamiento

Curiosamente, las vacas del grupo Hi-Fert y Med-Fert en el tratamiento P-TAI presentaron un aumento de P/AI, y el aumento fue de una magnitud similar al de las vacas del grupo Lo-Fert. Por lo tanto, nuestra hipótesis de que las vacas de mérito genético superior para la fertilidad tendrían una respuesta similar a los programas P-AIE y P-TAI no se vio corroborada. Los datos sugieren que, o bien los mecanismos por los que la genética mejora la fertilidad son diferentes pero sinérgicos con los potenciados por el protocolo de fertilidad y un PEV más largo, o bien estos últimos potencian los mecanismos fisiológicos controlados genéticamente que causan diferencias en la fertilidad. Independientemente de la causa, los resultados avalan múltiples escenarios de gestión de rebaño para vacas de potencial de fertilidad superior y

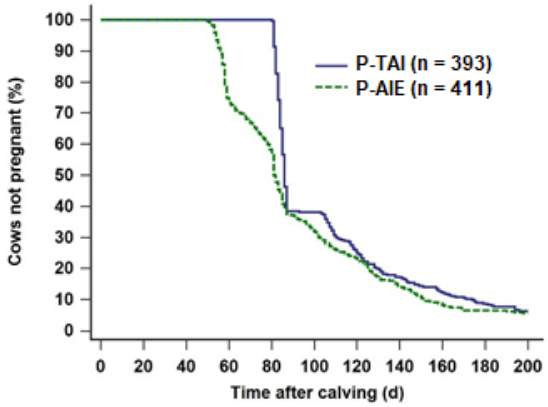
potencialmente para vacas de potencial de fertilidad intermedio.

Si el objetivo es maximizar el P/AI del primer servicio y la implantación de un protocolo de fertilidad complejo como Double-Ovsynch con dos tratamientos de PGF2α y un PEV extendido, no es un problema. Esto también podría utilizarse para maximizar el P/AI de las vacas con mayor potencial de fertilidad (Hi- y Med-Fert). Estas vacas pueden ser candidatas para un sistema de GRS como la IA con semen sexado, semen muy costoso de toros de alto mérito genético, un PEV más largo u otras estrategias que se beneficien del mayor grado posible de concepción en la primera cubrición. Alternativamente, si el objetivo principal es simplificar la gestión o reducir el uso de la inseminación al detectar el celo (AIE), se puede contar con que las vacas de mérito genético superior para la fertilidad tengan un valor P/AI razonablemente alta con un programa que priorice la AIE (por ejemplo, un 53,7% de P/AI a los 32 ± 3 días con el programa P-AIE en este experimento). Por lo tanto, si las dificultades de gestión son más importantes que maximizar la fertilidad en el primer servicio de todas las vacas, los programas que dan prioridad a la inseminación al detectar el celo (AIE) podrían aplicarse a las vacas con un potencial de fertilidad superior. Por otro lado, las vacas de fertilidad inferior podrían gestionarse con un programa que priorice la IATF con un protocolo de fertilidad y un PEV ampliado.

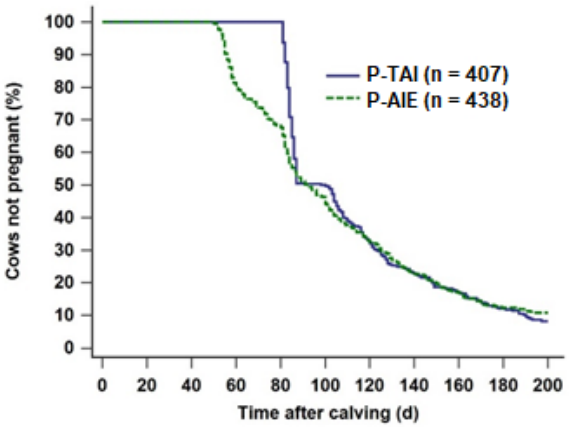
Al igual que para los resultados de la primera cubrición, los datos de la tasa de preñez a los 200 DIM respaldaron parcialmente la hipótesis de que las vacas de diferente mérito genético para la fertilidad responderían de forma diferente a los programas P-AIE y P-TAI (**Figura 6**). Observamos diferencias en algunos resultados, pero no en todos, y en la mayoría de los casos las diferencias se debían al diferente PEV y al patrón de inseminación causado por los protocolos de sincronización.

Las vacas del grupo Hi-Fert en el tratamiento P-AIE (**Figura 6A**) tuvieron una mayor tasa de preñez tras el parto, lo que redujo el tiempo hasta la preñez, resultando en un mayor número de vacas preñadas a los 100 DIM (66,8 vs 61,2%; P < 0,05).

A



B



La reinseminación más precoz debido a un PEV más corto y un mayor número de vacas AIE antes del NPD compensaron el menor P/AI del primer servicio que en el grupo P-TAI. A pesar de estos beneficios iniciales de la lactancia para el tratamiento P-AIE, la proporción de vacas preñadas a los 200 DIM fue la misma en los tratamientos P-AIE y P-TAI (91,2 frente a 91,3%; P > 0,05).

En el grupo Lo-Fert, no hubo diferencias en la tasa de preñez (**Figura 6B**) ni en las vacas preñadas con los tratamientos P-AIE y P-TAI a los 100 (53,7 vs 47,8%; P > 0,05) o 200 DIM (85,6 vs 85,9%; P > 0,05). Esto fue probablemente el resultado de un menor porcentaje de vacas AIE (sólo durante la estación cálida) y de P/AI a los primeros servicios AIE para el programa P-AIE. El menor número de preñeces generadas por la inseminación al detectar el celo (AIE) hizo que más vacas necesitaran reinseminación, lo que contrarrestó las ventajas de un PEV más corto.

En conjunto, nuestros resultados indicaron que los grupos Hi- y Med-Fert (datos no mostrados) presentaron mayores diferencias en la tasa de preñez después del parto que el grupo Lo-Fert cuando se les administró el tratamiento P-AIE o P-TAI. Sin embargo, los efectos sólo fueron evidentes al principio de la lactación, con diferencias marginales o nulas después de 100 DIM. Por lo tanto, si se basa la elección del programa de gestión reproductiva para vacas Holstein primíparas lactantes únicamente en la reducción del tiempo hasta la preñez después del parto, las vacas de mérito genético superior para la fertilidad (basado en IR o similar) podrían beneficiarse de programas como el P-AIE en este experimento. Por otro lado, las vacas de inferior mérito genético para la fertilidad podrían gestionarse con programas que prioricen la AIE o la IATF como los utilizados en este experimento, ya que no deberían esperarse diferencias importantes en el rendimiento.

Figura 6. (A) Efecto de los tratamientos en el tiempo hasta el embarazo para el grupo de alta fertilidad. El riesgo de embarazo fue mayor (P < 0,01) para el tratamiento P-AIE que para el P-TAI (HR = 1,4; CI 95%: 1.2, 1.6). La media y la mediana de días hasta el embarazo fueron 94 y 81 para el tratamiento con P-AIE y 107 y 86 para el tratamiento con P-TAI, respectivamente. (B) Efecto de los tratamientos en el tiempo hasta el embarazo para el grupo de baja fertilidad. No se observaron diferencias entre los tratamientos P-AIE y P-TAI (HR = 1,1; CI 95%: 1.0, 1.3). La media y la mediana de días hasta el embarazo fueron 106 y 92 para el tratamiento con P-AIE y 114 y 100 para el tratamiento con P-TAI, respectivamente.

En resumen, el efecto de la gestión selectiva basada en el mérito genético para la fertilidad dependió del resultado reproductivo específico o de los conjuntos de resultados evaluados. Desde el punto de vista del rendimiento reproductivo, la ventaja potencial de adaptar la gestión en función del mérito genético para la fertilidad dependería principalmente del beneficio de inseminar más vacas mediante la inseminación al detectar el celo (AIE) frente a la IATF, maximizando la fertilidad de los servicios de IA, reduciendo o aumentando los días hasta la preñez, o una combinación de todos ellos. Del mismo modo, el interés de la GRS basada en el mérito genético para la fertilidad podría centrarse en la mejora de la gestión del rebaño más que en el rendimiento. Por ejemplo, las explotaciones podrían simplificar la implantación de programas reproductivos o reducir la dependencia de las intervenciones hormonales sin comprometer el rendimiento reproductivo. En última instancia, la elección del resultado o del conjunto de resultados a optimizar depende de la explotación.

CONCLUSIONES

La gestión reproductiva selectiva es un enfoque destinado a optimizar el rendimiento reproductivo, u otros aspectos de la gestión de un rebaño que proporcionan un valor práctico a las explotaciones lecheras dirigidas a subgrupos de vacas que comparten características biológicas o de las que se espera que tengan resultados similares a determinadas prácticas de gestión. Se espera que la gestión reproductiva adaptada a subgrupos de vacas genere mayores ganancias en el rendimiento del rebaño, en los resultados económicos o de gestión que si todo el rebaño se somete a una gestión similar.

Las tecnologías basadas en datos, como los sistemas automatizados de control del celo y la genómica, así como otras características de las vacas, la gestión del rebaño y los datos medioambientales recogidos por el software de gestión del rebaño lechero, pueden utilizarse para crear grupos de vacas para una gestión selectiva.

Hasta la fecha, la investigación ha demostrado que las estrategias de gestión selectiva basadas en alertas automáticas de celo, la genómica y otros datos lácteos pueden mejorar aspectos del rendimiento de las vacas y las prácticas de gestión del rebaño. Se necesitan grandes esfuerzos de investigación y coordinación con las explotaciones lecheras y los proveedores de tecnología basada en datos para desarrollar herramientas y recursos que permitan una aplicación eficaz de este novedoso enfoque en las explotaciones comerciales.

RECONOCIMIENTOS

El trabajo de los autores fue apoyado por el USDA National Institute of Food and Agriculture, Animal Health Program Project # 2017-67015-26772, Hatch project NYC-2020-21-255, y Multistate project 1021189. Las opiniones, resultados, conclusiones o recomendaciones expresados en esta publicación son del autor o autores y no reflejan necesariamente la

opinión del National Institute of Food and Agriculture (NIFA) o del United States Department of Agriculture (USDA). Asimismo, hacemos extensiva nuestra gratitud a Zoetis, Inc y Merck Animal Health por el apoyo prestado en la investigación presentada en este documento.

BIBLIOGRAFÍA

Bisinotto, R. S., L. O. Castro, M. B. Pansani, C. D. Narciso, N. Martinez, L. D. Sinedino, T. L. Pinto, N. S. Van de Burgwal, H. M. Bosman, R. S. Surjus, W. W. Thatcher, and J. E. Santos. 2015. Progesterone supplementation to lactating dairy cows without a corpus luteum at initiation of the Ovsynch protocol. J. Dairy Sci. 98:2515-2528. doi:10.3168/jds.2014-9058.

Borchardt, S., C. M. Tippenhauer, J. L. Plenio, A. Bartel, A. M. L. Madureira, R. L. A. Cerri, and W. Heuwieser. 2021. Association of estrous expression detected by an automated activity monitoring system within 40 days in milk and reproductive performance of lactating Holstein cows. J. Dairy Sci. 104:9195-9204. https://doi.org/10.3168/jds.2020-19705.

Carvalho, M. R., F. Penagaricano, J. E. P. Santos, T. J. DeVries, B. W. McBride, and E. S. Ribeiro. 2019. Long-term effects of postpartum clinical disease on milk production, reproduction, and culling of dairy cows. J. Dairy Sci. 102:11701-11717. https://doi.org/10.3168/jds.2019-17025.

Chebel, R. C., and A. Veronese. 2020. Associations between genomic merit for daughter pregnancy rate of Holstein cows and metabolites postpartum and estrus characteristics. J. Dairy Sci. 103:10754–10768. https://doi.org/10.3168/jds.2020-18207.

De Rensis, F. and R. J. Scaramuzzi. 2003. Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow--a review. Theriogenology 60:1139-1151. https://doi:10.1016/s0093-691x(03)00126-2.

Fricke, P. M., J. O. Giordano, A. Valenza, G. Lopes Jr., M. C. Amundson, and P. D. Carvalho. 2014. Reproductive performance of lactating dairy cows managed for first service using timed artificial insemination with or without detection of estrus using an activity monitoring system. J. Dairy Sci. 97:2771–2781. https://doi.org/10.3168/jds.2013-7366.

Giordano, J. O., E. M. Sitko, C. Rial, M. M. Pérez, and G. E. Granados. 2022. Symposium review: Use of multiple biological, management, and performance data for the design of targeted reproductive management strategies for dairy cows. J. Dairy Sci. 105:4669–4678. https://doi.org/10.3168/jds.2021-21476.

Gonzalez, T. D., L. Factor, A. Mirzaei, A. B. Montevecchio, S. Casaro, V. R. Merenda, J. G. Prim, K. N. Galvao, R. S. Bisinotto, and R. C. Chebel. 2023. Targeted reproductive management for lactating Holstein cows: Reducing the reliance on exogenous reproductive hormones. J. Dairy Sci. 106:5788-5804. https://doi.org/10.3168/jds.2022-22666.

Kaniyamattam, K., J. Block, P. J. Hansen, and A. De Vries. 2018. Economic and genetic performance of various combinations of in vitro-produced embryo transfers and artificial insemination in a dairy herd. J. Dairy Sci. 101:1540-1553. https://doi:10.3168/jds.2017-13475.

Laplacette A.L., Rial C., Magaña Baños G.S., Garcia Escalera J.A., and Giordano J. O. 2022. Effect of a targeted reproductive management program based on automated detection of estrus during the VWP on reproductive performance of lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 105 (E-Suppl. 1).

Lima, F. S., F. T. Silvestre, F. Penagaricano, and W. W. Thatcher. 2020. Early genomic prediction of daughter pregnancy rate is associated with improved reproductive performance in Holstein dairy cows. J Dairy Sci. 103:3312-3324. https://doi.org/10.3168/jds.2019-17488.

Madureira, A. M., B. F. Silper, T. A. Burnett, L. Polsky, L. H. Cruppe, D. M. Veira, J. L. Vasconcelos, and R. L. Cerri. 2015. Factors affecting expression of estrus measured by activity monitors and conception risk of lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 98:7003-7014. https://doi:10.3168/jds.2015-9672.

Pinedo, P., J. E. P. Santos, R. C. Chebel, K. N. Galvao, G. M. Schuenemann, R. C. Bicalho, R. O. Gilbert, S. Rodriguez Zas, C. M. Seabury, G. Rosa, and W. W. Thatcher. 2020. Early-lactation diseases and fertility in 2 seasons of calving across US dairy herds. J. Dairy Sci. 103:10560-10576. https://doi.org/10.3168/jds.2019-17951.

Stangaferro, M. L., R. W. Wijma, M. Masello, M. J. Thomas, and J. O. Giordano. 2018a. Extending the duration of the voluntary waiting period from 60 to 88 days in cows that received timed artificial insemination after the Double-Ovsynch protocol

affected the reproductive performance, herd exit dynamics, and lactation performance of dairy cows. J. Dairy Sci. 101:717–735. https://doi.org/10.3168/jds.2017-13046.

Rial, C., A. Laplacette, and J. O. Giordano. 2022a. Effect of a targeted reproductive management program designed to prioritize insemination at detected estrus and optimize time to insemination on the reproductive performance of lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 105:8411-8425. https://doi.org/10.3168/jds.2022-22082.

Rial C., Laplacette A. L., Giordano J. O. 2022b. Combining data for estrus expression during the VWP and predictors of reproductive outcomes identified subgroups of cows with different reproductive performance. J. Dairy Sci. 105 (E-Suppl. 1). J. Dairy Sci. 105 (E-Suppl. 1).

Sitko, E. M., M. M. Perez, G. E. Granados, M. Masello, F. Sosa Hernandez, E. M. Cabrera, E. M. Schilkowsky, F. A. Di Croce, A. K. McNeel, D. J. Weigel, and J. O. Giordano. 2023. Effect of reproductive management programs that prioritized artificial insemination at detected estrus or timed artificial insemination on the reproductive performance of primiparous Holstein cows of different genetic merit for fertility. J. Dairy Sci. 106:6476-6494. https://doi.org/10.3168/jds.2022-22673.

Zolini, A. M., W. G. Ortiz, E. Estrada-Cortes, M. S. Ortega, S. Dikmen, F. Sosa, J. O. Giordano, and P. J. Hansen. 2019. Interactions of human chorionic gonadotropin with genotype and parity on fertility responses of lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 102:846-856. https://doi.org/10.3168/jds.2018-15358.

MEJORA DEL CONTROL Y LA GESTIÓN DE LA SALUD DEL GANADO LECHERO MEDIANTE TECNOLOGÍAS DE CONTROL AUTOMATIZADAS

Julio Giordano, Clara Rial, Ana Laplacette, y Martin Perez

Department of Animal Science, Cornell University, Ithaca, NY 14853

jog25@cornell.edu

INTRODUCCIÓN

Los trastornos de la salud (**TS**) afectan a una proporción considerable de vacas lecheras, lo que repercute negativamente en su salud, bienestar y rendimiento. En respuesta, las explotaciones lecheras invierten cantidades importantes de tiempo y dinero en identificar, tratar y cuidar a las vacas que padecen TS. Por ejemplo, en la mayoría de las explotaciones lecheras se suele realizar una evaluación sistemática de la salud una o dos veces al día durante las primeras 1-3 semanas tras el parto. Estos exámenes clínicos alteran el comportamiento natural y requieren mucho tiempo y trabajo, además de ser intrínsecamente subjetivos. La carga que supone el control sanitario de las vacas sigue creciendo a medida que escasea el personal cualificado y aumentan los costes laborales, lo que limita la cantidad de personal y el tiempo disponible para evaluar vacas individuales en rebaños lecheros en continuo crecimiento. Además, el interés por mejorar el cuidado y el rendimiento de las vacas, así como la calidad de vida de los productores de leche, está impulsando la automatización de las tareas de gestión. El ordeño, la detección del celo y la alimentación automatizados o semiautomatizados están siendo adoptados rápidamente por numerosas explotaciones lecheras de EE.UU. y del mundo. En este sentido, se ha producido una explosión en la disponibilidad de sistemas de monitoreo automatizados que utilizan sensores para medir parámetros de comportamiento, fisiológicos y de rendimiento como la rumia, la actividad, el tiempo de reposo, la temperatura corporal, el volumen y los componentes de la leche, la conductividad de la leche, la puntuación de la condición corporal y el peso corporal.

A diferencia de la creciente evidencia de que los parámetros monitorizados por sensores se alteran en las vacas que experimentan TS, se sabe poco sobre los efectos de la implantación de programas de monitorización sanitaria que se basan principal o exclusivamente en los datos de los sistemas de monitorización automatizadas (**SMA**) para seleccionar a las vacas para el examen clínico. Los beneficios potenciales del uso de los SMA para vigilar la salud en las explotaciones lecheras dependen en gran medida de la intensidad de las estrategias de monitoreo utilizadas en las granjas. Por ejemplo, las explotaciones que son eficaces en la identificación de vacas con trastornos de salud pueden beneficiarse de la aplicación de los SMA debido a la posibilidad de reducir las necesidades de mano de obra, la manipulación de las vacas, o ambos. Por el contrario, en el caso de las explotaciones que no puedan aplicar los programas tradicionales de monitorización sanitario intensivo, el uso de SMA puede mejorar su capacidad para identificar a las vacas con TS que se beneficiarían de un tratamiento rápido u otras intervenciones.

Esta reseña presenta un resumen de las investigaciones recientes centradas en los efectos de la enfermedad al principio de la lactación sobre los patrones de los parámetros fisiológicos y de comportamiento monitorizados por sensores automatizados y sobre los efectos de las estrategias de monitorización de la salud que se basan exclusiva o casi exclusivamente en los datos de la SMA sobre el rendimiento y la gestión del rebaño.

Los efectos de los trastornos de salud en el patrón de los datos de las vacas monitorizadas por sensores

Las tecnologías automatizadas de control sanitario sólo pueden ser eficaces si las vacas afectadas por un TS presentan alteraciones de los patrones de los parámetros monitorizados por los sensores. Además, las desviaciones de los patrones

esperados y los cambios temporales relacionados con la manifestación clínica de un TS deben ser de magnitud suficiente para ser detectados mediante inspección visual, métodos estadísticos o técnicas de análisis de datos. Estudios recientes con vacas lecheras en lactación han demostrado que las vacas afectadas por trastornos de salud manifiestan alteraciones de los parámetros monitorizados por sensores de magnitud suficiente para ser detectadas mediante algoritmos específicos o mediante la inspección visual de los datos. Por ejemplo, las vacas equipadas con acelerómetros en el cuello o en la oreja y afectadas por un TS presentaron diferentes trayectorias de tiempo de rumia, tiempo de comida, actividad física y tiempo tumbadas inmediatamente antes, durante y después del diagnóstico clínico del TS en el periodo postparto temprano. **La figura 1** presenta un ejemplo del efecto de los trastornos metabólicos y digestivos sobre el tiempo de rumia, la actividad física y el tiempo de reposo de vacas lecheras en lactación monitorizadas mediante un sensor automatizado colocado en la oreja (Smartbow, Zoetis).

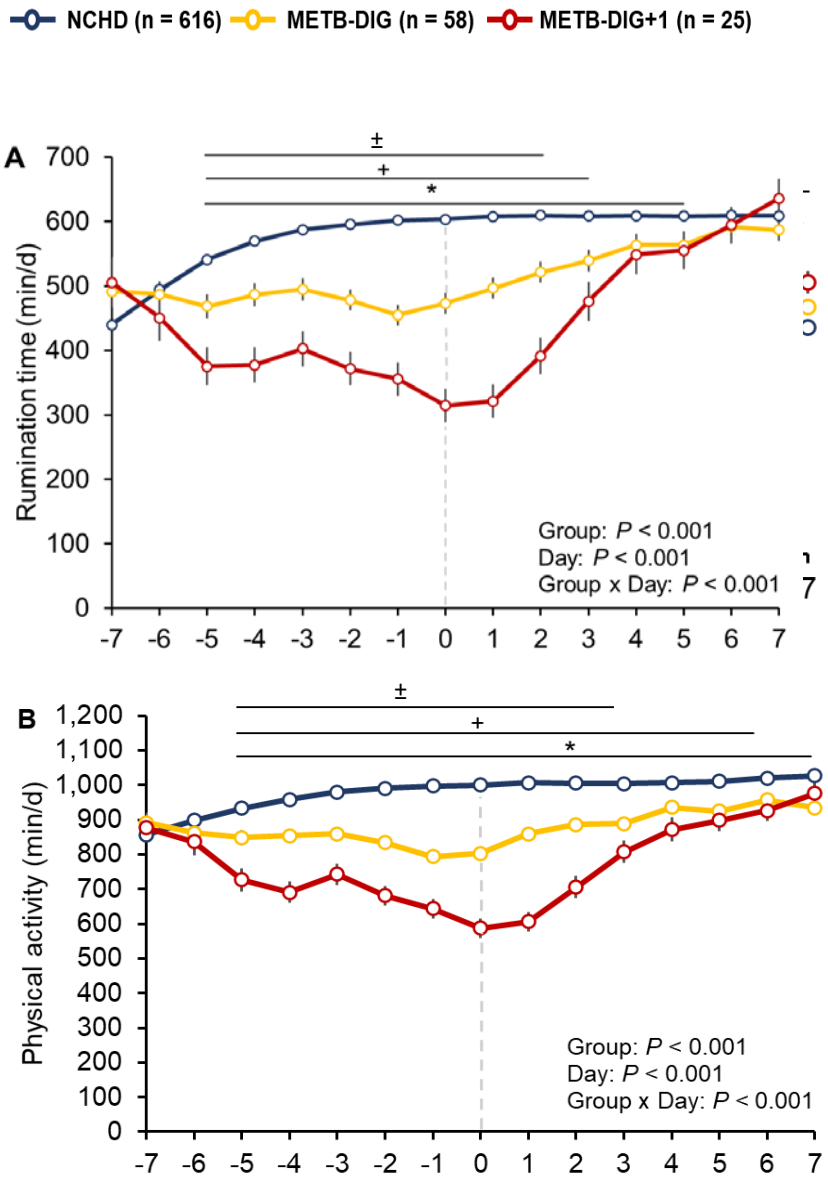


Figura 1. Patrón de tiempo diario de rumia (A), actividad física (B), y tiempo tumbado (C) desde 7 días antes a 7 días después del diagnóstico clínico (CD) de trastornos metabólico-digestivos para vacas diagnosticadas sólo con trastornos metabólico-digestivos (METB-DIG; n = 58), un trastorno metabólico-digestivo y al menos otro trastorno de salud (METB-DIG+1; n = 25), y vacas sin diagnóstico clínico de trastornos de salud (NCHD; n = 616) en un estudio en el que se monitorizó el comportamiento de vacas lecheras en lactación mediante un sensor automatizado colocado en la oreja (Smartbow, Zoetis). Para el grupo

NCHD, se consideró como Día 0 la DIM media en la CD de todas las vacas con trastornos metabólico-digestivos (es decir, 9 DIM). Los valores son LSM ± SEM. Dentro de un mismo día, las diferencias entre grupos basadas en la prueba LSD se representan como sigue: *METB-DIG diferente de NCHD; +METB-DIG+1 diferente de NCHD; ±METB-DIG diferente de METB-DIG+1. Datos de Rial et al. (2023)

La magnitud y la dinámica temporal de los cambios de los parámetros monitorizados por sensores también son relevantes, ya que las alteraciones en el patrón de un parámetro de magnitud suficiente para ser detectables antes de la manifestación clínica de la enfermedad son fundamentales para que los sistemas automatizados de monitorización de la salud puedan señalar a las vacas para un examen clínico. Aunque existe una variación sustancial entre los sistemas automatizados de vigilancia de la salud y los tipos de parámetros controlados, algunos estudios han mostrado resultados prometedores. Los datos apoyan la noción de que existe una asociación entre el grado de alteración del patrón de los parámetros de comportamiento monitorizados por los sensores y el estado clínico de las vacas. En concreto, en algunos estudios, la rumia, la actividad y el comportamiento tumbado se vieron considerablemente más afectados en las vacas con signos clínicos múltiples y potencialmente más graves de la enfermedad **(Tabla 1**).

Tabla 1. Valores absolutos y cambios relativos desde 5 días antes del diagnóstico clínico de los trastornos de interés y el día nadir del tiempo diario de rumia, la actividad física, la producción de leche o el pico del tiempo diario de reposo para vacas

	Grupos de Trastornos de la Salud				
Item[1]	NCHD[2] (n = 616)	CKET[3] (n = 27)	INDIG[4] (n = 17)	MD[5] (n = 39)	*P*-valor
Tiempo de rumia					
Cambio absoluto, min	48.0 ± 7.4[a]	-153.9 ± 36.8[b]	-73.6 ± 47.7[b]	-255.8 ± 28.4[c]	< 0.001
Cambio relativo, %.	13.5 ± 1.7[a]	-25.1 ± 8.0[b]	-14.2 ± 10.9[b]	-54.8 ± 6.5[c]	< 0.001
Actividad física					
Cambio absoluto, min	64.2 ± 6.9[a]	-243.0 ± 38.4[b]	-128.5 ± 9.0[b]	-451.8 ± 29.7[c]	< 0.001
Cambio relativo, %.	9.0 ± 1.0[a]	-24.5 ± 5.5[b]	-13.9 ± 7.1[b]	-58.0 ± 4.1[c]	< 0.001
Tiempo tumbado					
Cambio absoluto, min	-0.003 ± 5.6[b]	214.7 ± 28.6[a]	126.7 ± 36.8[a]	198.3 ± 22.8[a]	< 0.001
Cambio relativo, %.	1.4 ± 0.8[b]	29.2 ± 4.3[a]	20.6 ± 6.0[a]	30.1 ± 3.5[a]	< 0.001
Rendimiento lechero					
Cambio absoluto, kg	5.7 ± 0.3[a]	-10.4 ± 1.9[b]	-7.9 ± 2.5[b]	-9.4 ± 1.3[b]	< 0.001
Cambio relativo, %.	26.5 ± 1.5[a]	-26.8 ± 8.2[b]	-23.7 ± 11.7[b]	-32.6 ± 6.4[b]	< 0.001

diagnosticadas con un único trastorno metabólico-digestivo o metabólico-digestivo más otro trastorno de salud diagnosticado de 2 a 21 DIM. Rial et al. (2023)

[a-b]Los distintos superíndices dentro de una fila indican diferencias (P ≤ 0,05) entre medias basadas en la prueba post hoc LSD.

[1]Los datos presentados incluyen la diferencia absoluta o el cambio relativo entre 5 días antes del diagnóstico clínico y el día del nadir para RT, AT y MY, o el pico para LT. Los valores son LSM ± SEM.

[2]Vacas no diagnosticadas con trastornos clínicos de salud durante el período de interés.

[3]Vacas diagnosticadas únicamente con cetosis clínica durante el período de interés.

[4]Vacas diagnosticadas únicamente con indigestión durante el período de interés.

[5]Vacas diagnosticadas con un trastorno metabólico-digestivo y, o bien otro trastorno metabólico-digestivo o un trastorno no metabólico-digestivo (es decir, mastitis, metritis y neumonía) durante el período de interés.

Por lo tanto, los sistemas automatizados de monitorización sanitario que supervisan y utilizan comportamientos como el tiempo de rumia, la actividad física y el tiempo de reposo, ya sea directa o indirectamente, para generar alertas sanitarias, podrían ser más eficaces para identificar a las vacas afectadas por TS que causan alteraciones más graves en el comportamiento de la vaca y en TS múltiples, ya que estas vacas manifiestan signos clínicos múltiples y más graves de la enfermedad al mismo tiempo o en un periodo de tiempo de unos pocos días. Los cambios temporales observados en los patrones de datos de los sensores, la magnitud de los cambios absolutos y relativos, y el momento del nadir y de los picos para diferentes parámetros como el tiempo de rumia, la actividad física y el tiempo de reposo sugieren que la monitorización de estos parámetros podría ser útil para evaluar la salud de las vacas al principio de la lactación. En este sentido, algunos estudios evaluaron la capacidad de los sistemas automatizados de monitorización de la salud, incluyendo la rumia y la actividad física, para identificar a las vacas con TS basándose en alertas automatizadas, y en el intervalo entre estas alertas y el momento del diagnóstico clínico de la enfermedad. Por ejemplo, Stangaferro et al. (2016a) informaron de que la mayoría de las vacas diagnosticadas con trastornos metabólico-digestivos tenían al menos una alerta sanitaria automatizada entre 5 días antes y 2 días después del diagnóstico del trastorno en el caso de vacas diagnosticadas con un único trastorno o de vacas con más de un trastorno diagnosticado al mismo tiempo **(Tabla 2**). Además, por término medio, las vacas recibieron la primera alerta sanitaria automatizada antes del día del diagnóstico clínico por los métodos tradicionales de control sanitario **(Tabla 2)**.

Tabla 2. Incidencia de los trastornos metabólicos y digestivos, DIM en el momento del diagnóstico clínico, sensibilidad de la puntuación del índice de salud para detectar las vacas con trastornos e intervalo entre el primer resultado positivo de la puntuación del índice de salud y el diagnóstico clínico de los trastornos por el personal de la explotación.

	Vacas	Incidencia	DIM[1]	Sensibilidad	HIS positivo a CD[2]	
	(n)[2]	(%)	Media ± SD	%	Media (d)	*P*-valor
Todos metabólicos-digestivos[3]	104	9.6	11.4 ± 8.3	93 (97/104)	-2.1	< 0.01
Sólo metabólico-digestivo	55	5.1	13.2 ± 10.5	93 (51/55)	-1.7	< 0.01
Metabólico-digestivo con otros trastornos	49	4.5	9.3 ± 4.2	94 (46/49)	-2.5	< 0.01

[1] DIM = días en leche en el momento del evento.

[2] HIS positivo a EC = intervalo en días entre el primer resultado positivo de la puntuación del índice de salud (HIS) (sólo resultados positivos) y el diagnóstico clínico (CD).

[2]n = número de sucesos diagnosticados.

[3]Metabólico-digestivo = trastornos metabólicos y digestivos combinados (DA, ketosis e indigestión).

Esta investigación demostró que la mayoría de las vacas afectadas por trastornos metabólico-digestivos presentaban alertas sanitarias al mismo tiempo o antes del diagnóstico clínico, mientras que la capacidad para detectar vacas con metritis y mastitis era moderada (Stangaferro et al. (2016b,c). En el caso de los trastornos de la salud del útero y de la ubre, las vacas se identificaron mediante alertas automáticas sólo en los casos que afectaban a las vacas sistémicamente o si las vacas estaban afectadas simultáneamente por otro trastorno de la salud.

Efecto del examen clínico específico basado en alertas de sistemas automatizados de monitoreo de la salud frente a la vigilancia intensiva tradicional de la salud

Más recientemente, algunos experimentos exploraron si la aplicación de estrategias de monitorización sanitaria que se basan principalmente en alertas sanitarias automatizadas puede ser tan eficaz como los programas tradicionales intensivos de control sanitario que dependen en gran medida de un examen clínico exhaustivo de las vacas. Por ejemplo, en un experimento realizado por nuestro grupo (Pérez et al., 2023), evaluamos un programa de monitorización de la salud de vacas frescas para el que se seleccionaron vacas para su examen clínico basándose principalmente en alertas de sistemas automatizados de monitorización de la salud **(Figura 2**).

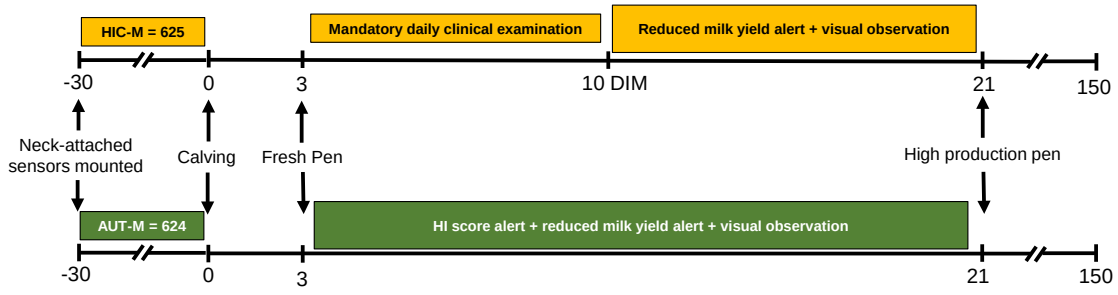
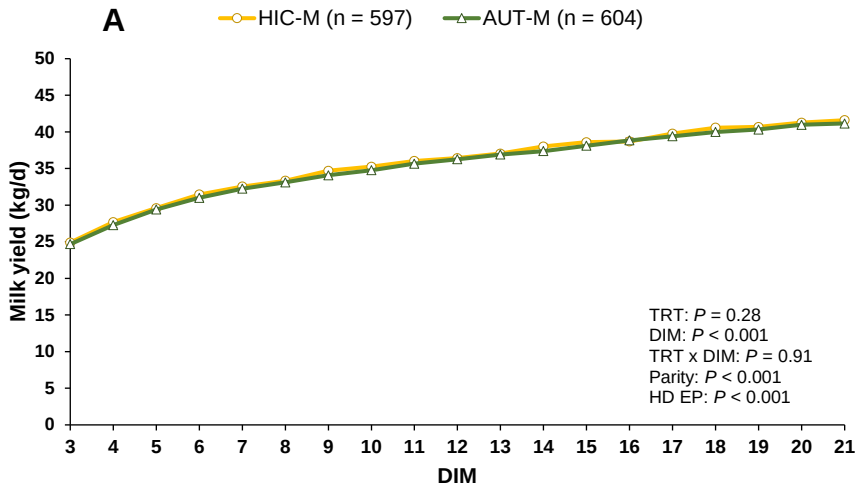


Figura 2. Procedimientos experimentales de un experimento controlado de bloques aleatorizados en el que se asignó aleatoriamente a vacas Holstein a un tratamiento de monitorización clínica de alta intensidad **(HIC-M**; n = 625) o a un tratamiento de monitorización automatizada **(AUT-M**; n = 624) y se les colocó un sensor de rumia y actividad física montado en el cuello. Para el tratamiento HIC-M, la lista de vacas para el examen clínico de las vacas entre 3 y 21 DIM incluía todas las vacas de 3 a 10 DIM, las vacas con alertas de producción de leche reducida, y las vacas sospechosas de tener mastitis clínica u otro trastorno de salud basado en la observación visual antes y durante el ordeño. Las alertas de reducción de la producción lechera fueron una reducción de ≥15% en la tasa de producción lechera. Para el tratamiento AUT-M, el examen clínico de las vacas entre 3 y 21 DIM se llevó a cabo en vacas con alertas de puntuación del Índice de Salud (**HI**) (es decir, ≤86 puntuación HI AU), alertas de producción de leche reducida y vacas sospechosas de tener mastitis clínica u otros trastornos de la salud basados en la observación visual, tal como se define para el tratamiento HIC-M. Se crearon alertas de puntuación del Índice de Salud (HI) basadas en el tiempo de rumia y la actividad física mediante una etiqueta con sensor de monitorización de la rumia y de la actividad física montada en el cuello (HR-LDn-Tag, SCR Engineers Ltd.).

Nos interesaba conocer el efecto de este novedoso programa de seguimiento sobre el rendimiento del rebaño y la capacidad de identificar vacas con TS en comparación con un programa de seguimiento más tradicional basado principalmente en el examen clínico obligatorio de las vacas. La única diferencia entre los grupos de tratamiento experimental fue el método utilizado para seleccionar a las vacas para el examen clínico. Para la estrategia de seguimiento tradicional, todas las vacas se sometieron a un examen clínico exhaustivo hasta 10 días después del parto. Posteriormente, las vacas con una reducción de la producción lechera o sospechosas de estar enfermas por observación visual durante un recorrido por el corral de vacas frescas se sometieron a un examen clínico. Por el contrario, en el caso del programa que se basaba principalmente en alertas sanitarias automatizadas, las vacas sólo se sometieron a un examen clínico exhaustivo si presentaban alertas de la puntuación del Índice de Salud generadas a partir de la rumia y la actividad, alertas de reducción de la producción de leche o si se detectaban visualmente en el caso de que no las hubieran detectado las alertas.

Los datos de este experimento apoyaron la hipótesis de que la aplicación de un programa diseñado para basarse principalmente, pero no exclusivamente, en la identificación de las vacas para el examen clínico mediante alertas de los sistemas automatizados de monitoreo de la salud no tendría efectos perjudiciales sobre la dinámica de salida del rebaño, la productividad y los resultados de rendimiento reproductivo **(Figura 3 y 4 y Tabla 3**).



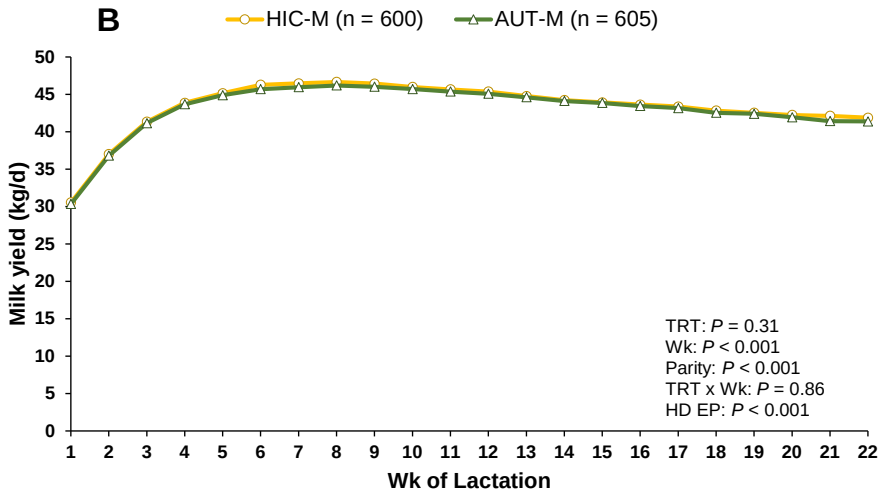


Figura 3. Datos de producción de leche del experimento de Pérez et al. (2023) (A) Producción diaria de leche de 3 a 21 DIM y (B) producción media semanal de leche hasta las 22 semanas de lactación, para vacas Holstein primíparas y multíparas asignadas aleatoriamente para ser identificadas para examen clínico durante la primera etapa de lactación usando un programa de monitorización clínica de alta intensidad (HIC-M) o monitorización automatizada (AUT-M). Los valores se presentan como LSM ± SE (la SE máxima para los datos de ambas figuras fue de 0,3 kg/d). TRT = tratamiento, HD EP = al menos un trastorno de salud diagnosticado durante el periodo experimental.

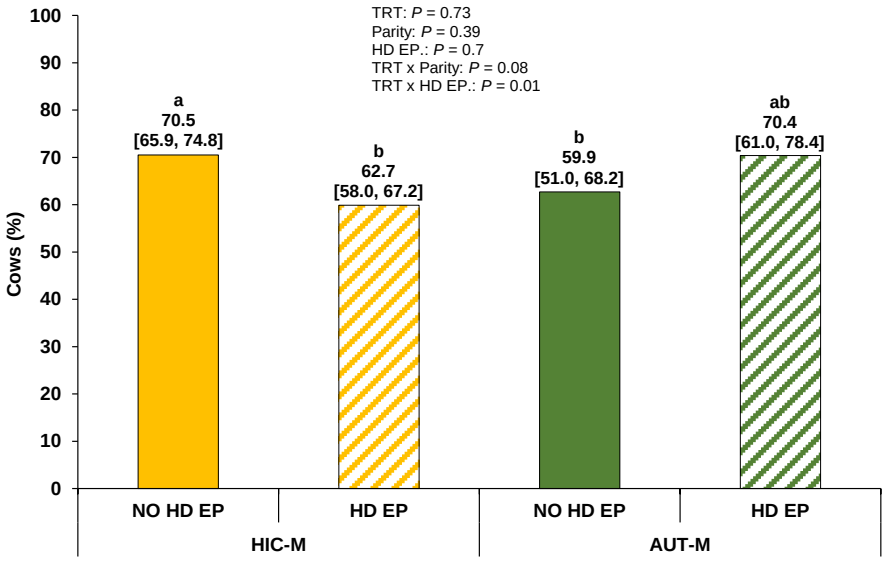


Figura 4. Porcentaje de vacas inseminadas en celo detectado para vacas Holstein primíparas y multíparas asignadas al azar para ser identificadas para examen clínico durante la primera etapa de lactación usando un programa de monitoreo clínico de alta intensidad (HIC-M) o monitoreo automatizado (AUT-M). Los valores se presentan como LSM. TRT = tratamiento, NO HD EP = ningún trastorno de salud diagnosticado durante el periodo experimental, HD EP = al menos un trastorno de salud diagnosticado durante el periodo experimental.

Tabla 3. Porcentaje de vacas que salieron del rebaño debido a venta, muerte, y ambos, a 60 DIM, de 61 a 150 DIM, y total a 150 DIM para vacas Holstein primíparas y multíparas asignadas aleatoriamente para ser identificadas para examen clínico durante la primera etapa de la lactación usando un programa de monitoreo clínico de alta intensidad (HIC-M; n = 600) o monitoreo automatizado (AUT-M; n = 605) en el experimento de Pérez et al. (2023).

Item	Tratamiento[1]		*P*-valor
	HIC-M	AUT-M	
Vendido a 60 DIM, %	0.8	1.2	0.35
	[0.3, 1.9]	[0.5, 2.7]	
Fallecido a 60 DIM, %	0.5	0.5	0.99
	[0.2, 1.7]	[0.2, 1.7]	
Vendido y fallecido a 60 DIM, %	1.5	2.1	0.38
	[0.7, 3.1]	[1.0, 4.0]	
Vendido entre 61 y 150 DIM, %	5.9	4.0	0.09
	[3.9, 8.8]	[2.5, 6.3]	
Fallecido entre 61 y 150 DIM, %	0.7	0.6	0.79
	[0.2, 2.1]	[0.2, 1.9]	
Vendido y fallecido entre 61 y 150 DIM, %	6.7	4.7	0.09
	[4.5, 9.8]	[3.1, 7.2]	
Vendido a 150 DIM, %	6.8	5.5	0.26
	[4.7, 9.8]	[3.6, 8.1]	
Fallecido a 150 DIM, %	1.2	1.1	0.84
	[0.5, 2.8]	[0.5, 2.6]	
Vendido y fallecido a 150 DIM, %	8.4	6.9	0.28
	[6.0, 11.6]	[4.8, 9.8]	

[1]Los valores de los resultados binomiales se presentan como LSM [IC 95%].

En particular, se observó un rendimiento similar del rebaño a pesar de que el riesgo de diagnóstico de trastornos de la salud era un 30% menor y el total de vacas diagnosticadas con TS era 4 puntos porcentuales menor en el programa que utilizaba alertas automatizadas. En conjunto, los resultados de este experimento, el primero de este tipo, indicaron que las explotaciones lecheras pueden ser capaces de implantar con éxito un programa de control sanitario que se base principalmente, aunque no exclusivamente, en los datos de los sistemas automatizados de monitoreo sanitario. Los ganaderos pueden contar con que se identifique a la mayoría de las vacas que necesitan atención, pero no a todas. Algunas vacas afectadas por un TS sólo pueden identificarse mediante otros métodos tradicionales, como la observación visual o el examen clínico obligatorio.

Vigilancia sanitaria basada en alertas sanitarias automatizadas frente a vigilancia sanitaria no intensiva

Existe una laguna de conocimiento sobre los beneficios de los programas de vigilancia de la salud que se basan en alertas de SMA en comparación con estrategias menos intensivas que se basan exclusiva o casi exclusivamente en la observación visual (**VO**). Esto es importante porque muchas explotaciones siguen utilizando exclusiva o casi exclusivamente la VO para seleccionar a las vacas para el examen clínico. Debido a la monitorización continua y objetiva de la salud de las vacas, los AMS que registran parámetros de comportamiento, fisiológicos y de rendimiento en tiempo real pueden ofrecer ventajas en comparación con los programas que utilizan observaciones intermitentes y subjetivas de la salud de las vacas, como la VO de conductas relacionadas con una enfermedad. Por ejemplo, es plausible que se identifiquen más vacas con trastornos de salud y que las vacas identificadas se detecten antes con un SMA que sólo con la VO.

Por lo tanto, en un experimento reciente realizado por nuestro grupo (Rial et al., sin publicar) planteamos la hipótesis de que un programa de control sanitario que se basara únicamente en los datos de un SMA detectaría un mayor porcentaje de vacas con trastornos clínicos de la salud y detectaría antes a las vacas que un programa de control sanitario que se basara exclusivamente en la VO de signos de conductas relacionadas con una enfermedad **(Figura 5**). Además, nuestra hipótesis era que una consecuencia de detectar un mayor número de vacas con trastornos de salud y de una detección más temprana sería la mejora de los resultados de rendimiento del rebaño. Esperábamos que el uso de un SMA se tradujera en una mayor producción de leche, un menor número de vacas que salieran el rebaño, y un mejor rendimiento reproductivo en el primer servicio.

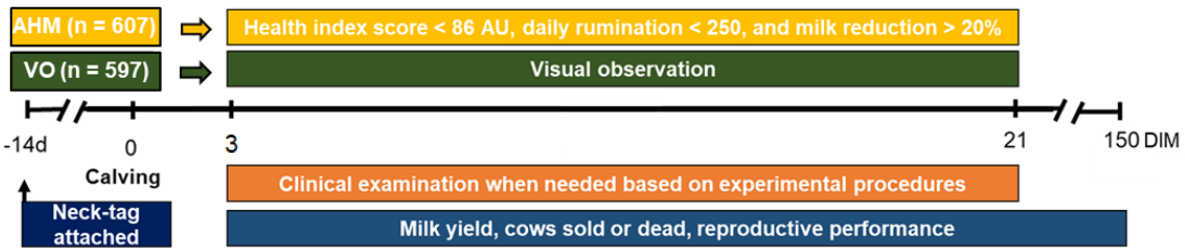


Figura 5. En un ensayo controlado aleatorio Rial et al. (sin publicar) evaluaron los efectos de los programas de monitorización de la salud para seleccionar vacas para un examen clínico de la salud de 3 a 21 DIM. Las vacas se seleccionaron para un examen clínico basándose únicamente en la observación visual (**VO**; n = 597) o en alertas generadas por sistemas automatizados de monitorización sanitario (**AHM**; n = 602) (collarín y peso diario de la leche). Una alerta sanitaria consistía en al menos una de las siguientes situaciones: una puntuación del Índice de Salud de <86 AU, una rumia diaria de <250 min o una reducción de >20% de la producción láctea diaria. La puntuación del Índice de Salud y el tiempo de rumia procedían de las etiquetas de calor y rumia (Merck & Co., Inc.,). Una vez seleccionados para el examen, los procedimientos utilizados para diagnosticar los trastornos de salud fueron los mismos para ambos grupos de tratamiento. A todas las vacas se les colocó un sensor en el cuello de un sistema de monitoreo automatizado al menos 14 días antes de la fecha prevista del parto. Se recogieron datos sobre la salida del rebaño, la producción diaria de leche y el rendimiento reproductivo entre 2 y 150 DIM.

En apoyo de nuestra hipótesis, observamos que un mayor número de vacas del grupo AHM se sometieron a examen clínico y fueron diagnosticadas con enfermedades **(Tabla 4**). Estos datos sugieren que las estrategias de control sanitario que incluyen alertas de sistemas AHM, como las utilizadas en este experimento para seleccionar a las vacas para el examen clínico, podrían dar lugar a un mayor número de vacas diagnosticadas con trastornos de salud que un programa de control sanitario tradicional no intensivo que se basara exclusivamente en la VO. Sin embargo, para detectar un mayor número de vacas con trastornos de salud, habría que someter a un mayor número de vacas a un examen clínico. En este experimento, esto fue evidente para las vacas sometidas al AHM que tenían mayor probabilidad de ser seleccionadas para un examen clínico y ser diagnosticadas con un trastorno de salud. Aproximadamente el 60% de las vacas inscritas en el grupo AHM fueron seleccionadas para un examen clínico al menos una vez durante el periodo experimental y al 38% de estas vacas se les diagnosticaron trastornos clínicos de salud. Por otra parte, en el grupo de VO, aproximadamente el 30% de las vacas fueron

seleccionadas para un examen clínico y al 74% de ellas se les diagnosticaron trastornos clínicos de salud. Así, las vacas del grupo AHM tenían mayores probabilidades de ser seleccionadas para un examen clínico, pero menos probabilidades de ser diagnosticadas de un trastorno de salud una vez examinadas. Lo contrario se observó en las vacas del grupo VO.

Tabla 4. Tasas de incidencia y ratios de tasas de incidencia de vacas que se sometieron a examen clínico, vacas diagnosticadas con TS del total de vacas en el grupo de tratamiento, y vacas sin diagnóstico clínico de TS para vacas Holstein asignadas aleatoriamente a tratamientos que seleccionaban vacas para un examen clínico de 3 a 21 DIM utilizando sólo la observación visual (**VO**; n = 597) o alertas de sistemas de monitorización sanitaria automatizada (**AHM**; n = 602) en un ensayo controlado aleatorizado.

	IR[1]			IRR[2]	
	VO	AHM	*P*-valor	AHM-VO (Ref)	*P*-valor
Tasa de vacas examinadas	0.033	0.090	< 0.001	2.8	< 0.001
Tasa de vacas con CHD[3]/vaca-día total	0.024	0.034	< 0.001	1.4	< 0.001
Tasa CHD/vaca-día examinada	0.74	0.38	< 0.001	0.51	< 0.001

[1]IR: Tasa de incidencia.

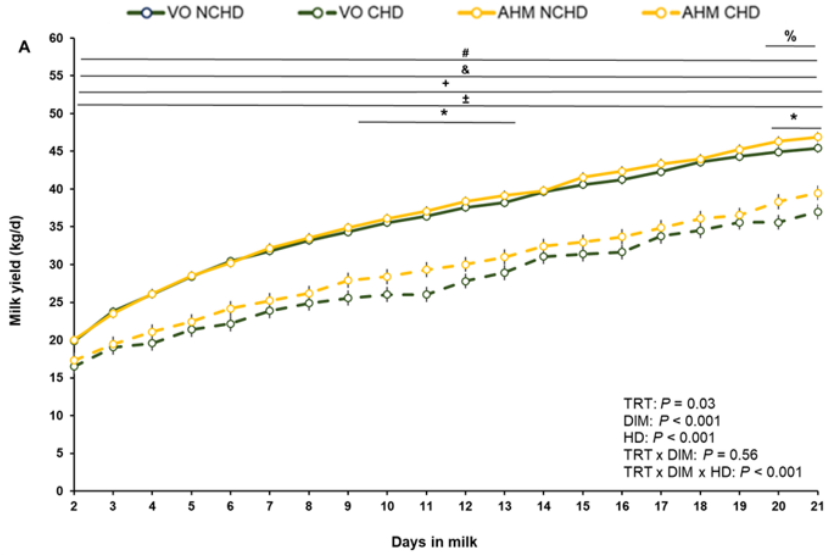
[2]IRR: Ratios de tasa de incidencia.

[3]HD: Trastorno de salud. Las vacas diagnosticadas con cualquiera de los trastornos clínicos de salud de interés (metritis, mastitis, abomaso desplazado, cetosis clínica, indigestión, neumonía).

Las vacas diagnosticadas con trastornos de salud en el grupo AHM tuvieron una mayor producción de leche que las vacas diagnosticadas con trastornos de salud en el grupo VO **(Figura 6**). Aunque la identificación precoz de la aparición de trastornos de salud y su tratamiento precoz podrían suponer una explicación plausible de la mayor producción de leche, esto no pudo confirmarse ni probarse adecuadamente en este experimento por varias razones. Investigaciones anteriores han demostrado una relación positiva entre el tratamiento de diferentes trastornos de salud y la producción de leche. Sin embargo, los datos disponibles sobre los efectos del momento del tratamiento sobre la producción son limitados o inexistentes, y esto no puede evaluarse en nuestro experimento porque las vacas sólo se examinaron si tenían alertas automáticas y no diariamente. Así pues, no se pudo determinar el inicio de los trastornos clínicos de salud. Los resultados de la comparación de las DIM en el momento del diagnóstico de las enfermedades tampoco son indicativos del momento del diagnóstico en relación con el inicio de los trastornos de salud, a menos que se suponga que todos los trastornos comenzaron el día del diagnóstico. Así pues, serían necesarias más investigaciones para confirmar nuestros resultados y comprender mejor la relación entre el momento de aparición de la enfermedad y su tratamiento en la productividad de las vacas. En cuanto a nuestras observaciones para las vacas en el grupo AHM , es plausible sugerir que las vacas diagnosticadas

con trastornos de salud en el grupo VO produjeron menos leche debido a un retraso en el diagnóstico y tratamiento.

Figura 6. Producción diaria de leche de 2 a 21 DIM para vacas asignadas a un programa de monitorización de la salud que



selecciona vacas para examen clínico de salud de 3 a 21 DIM sólo por observación visual **(VO**; líneas verdes) o por alertas generadas por sistemas automatizados de monitorización de la salud **(AHM**; líneas amarillas) (sensor de monitorización de la actividad física y la rumia acoplado al cuello y desviaciones de la producción de leche basadas en el peso diario de la leche) y que fueron diagnosticadas con al menos un trastorno clínico de la salud (**CHD**; líneas discontinuas; VO-CHD: n = 102; AHM-CHD: n = 175) o sin CHD (**NCHD**; líneas continuas; VO-NCHD: n = 495; AHM-CHD: n = 432) de 3 a 21 DIM. Trt = tratamiento; HD = grupo de trastorno de salud (CHD frente a NCHD). Dentro de un mismo día, las diferencias entre grupos basadas en la prueba LSD se representan como sigue: *VO-CHD diferente de AHM-CHD; +VO-NCHD diferente de VO-CHD; ±AHM-NCHD diferente de AHM-CHD; #AHM-NCHD diferente de VO-CHD; &VO-NCHD diferente de AHM-CHD; % VO-NCHD diferente de AHM-NCHD .

En este experimento, no observamos diferencias notables en la dinámica de salida del rebaño ni en el rendimiento reproductivo al primer servicio. Salvo una tendencia a un mayor porcentaje de vacas vendidas en el tratamiento VO, no se observaron diferencias estadísticas entre tratamientos en cuanto al porcentaje de vacas que abandonaron el rebaño hasta los 21 DIM.

En conjunto, los resultados de este experimento sugirieron que la implantación de un programa de monitorización de la salud para vacas en la primera etapa de la lactación que se base exclusivamente en alertas de SMA basadas en el tiempo de rumia, la actividad física y la producción de leche para seleccionar a las vacas para un examen clínico podría ser una estrategia más efectiva para identificar vacas para examen clínico que el uso del VO solo.

CONCLUSIONES

Las investigaciones actuales sugieren la posibilidad de mejorar el control sanitario y la gestión de las vacas lecheras mediante sistemas automatizados de monitorización sanitario que incluyan sensores que controlen los parámetros de comportamiento, fisiológicos y de rendimiento de las vacas de forma automática y en tiempo real. Las pruebas disponibles avalan el uso de sistemas automatizados de monitoreo y gestión de la salud; sin embargo, hay que tener en cuenta las limitaciones de estas tecnologías. Nuestro trabajo reciente sugiere que podría ser razonable implantar programas de control sanitario que se basen principalmente en alertas generadas por sistemas automatizados de monitorización sanitaria combinados con inspecciones visuales de las vacas poco invasivas y menos intensivas u otros métodos tradicionales para identificar a las vacas con TS. La combinación de los datos de los sistemas automatizados de monitorización sanitaria y los métodos tradicionales garantiza que se examinen todas las vacas que necesitan atención inmediata y se les presten los cuidados necesarios. Una de las principales ventajas de incorporar la tecnología de monitorización sanitaria es la posible reducción del número de vacas que necesitan un examen clínico en las explotaciones que utilizan programas tradicionales

intensivos de control sanitario. Esto puede ayudar a reducir la mano de obra dedicada a la supervisión y gestión de la salud. La reducción de la frecuencia de los exámenes clínicos también reduce el número de veces que se interrumpe la lactancia de las vacas. En última instancia, esto podría ser beneficioso para el bienestar y la productividad de las vacas, ya que un menor número de interrupciones les permite expresar sus comportamientos naturales y pasar menos tiempo retenidas o aisladas de sus compañeras de rebaño. Por otro lado, las explotaciones que utilizan programas no intensivos de control sanitario basados únicamente en la observación visual u otros métodos sencillos para detectar vacas con trastornos de salud podrían beneficiarse de una mayor capacidad para identificar vacas con TS y de un aumento de la producción de leche debido a la mejora de la salud.

RECONOCIMIENTOS

Esta investigación contó con el apoyo del United States Department of Agriculture (USDA) National Institute of Food and Agriculture (NIFA), Federal Formula Funds Hatch project number NYC-127945 y Animal Health grant 2017-67015-26772. También han aportado financiación el New York Farm Viability Institute, Zoetis y SCR Dairy. Nos gustaría expresar nuestra gratitud a los propietarios, gerentes y personal de las explotaciones lecheras comerciales que participaron en el estudio por facilitarnos el acceso a sus vacas e instalaciones, y por su colaboración con nuestro equipo de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

Rial, C., Laplacette, A., Caixeta, L., Florentino, C., Peña-Mosca, F., & Giordano, J. O. (2023). Metabolic-digestive clinical disorders of lactating dairy cows were associated with alterations of rumination, physical activity, and lying behavior monitored by an ear-attached sensor. Journal of dairy science, 106(12), 9323–9344. https://doi.org/10.3168/jds.2022-23156

Perez, M. M., Cabrera, E. M., & Giordano, J. O. (2023). Effects of targeted clinical examination based on alerts from automated health monitoring systems on herd health and performance of lactating dairy cows. Journal of dairy science, 106(12), 9474–9493. https://doi.org/10.3168/jds.2023-23477

Rial, C. 2023. A health monitoring strategy based on automated health monitoring systems data identified more cows with clinical health disorders and improved herd performance compared with exclusive use of visual observation to select cows for clinical examination.

Stangaferro, M. L., Wijma, R., Caixeta, L. S., Al-Abri, M. A., & Giordano, J. O. (2016a). Use of rumination and activity monitoring for the identification of dairy cows with health disorders: Part I. Metabolic and digestive disorders. Journal of dairy science, 99(9), 7395–7410. https://doi.org/10.3168/jds.2016-10907

Stangaferro, M. L., Wijma, R., Caixeta, L. S., Al-Abri, M. A., & Giordano, J. O. (2016b). Use of rumination and activity monitoring for the identification of dairy cows with health disorders: Part II. Mastitis. Journal of dairy science, 99(9), 7411–7421. https://doi.org/10.3168/jds.2016-10908

Stangaferro, M. L., Wijma, R., Caixeta, L. S., Al-Abri, M. A., & Giordano, J. O. (2016c). Use of rumination and activity monitoring for the identification of dairy cows with health disorders: Part III. Metritis. Journal of dairy science, 99(9), 7422–7433. https://doi.org/10.3168/jds.2016-11352

LA VIDA PRODUCTIVA ECONÓMICAMENTE ÓPTIMA DEL GANADO LECHERO

Albert De Vries, University of Florida, devries@ufl.edu

RESUMEN

La vida productiva del ganado lechero es un tema muy debatido en los EE.UU. y en todo el mundo. Los argumentos se centran en la economía, la huella medioambiental, el bienestar y las expectativas de los consumidores. Los principios relativos a la reposición del ganado para maximizar la rentabilidad de las explotaciones lecheras son bien conocidos en la bibliografía (más antigua), pero ya no son necesariamente bien comprendidos. La vida productiva óptima, y por tanto la tasa de reposición óptima, puede verse como un problema de reposición de activos con nuevos activos mejorados técnicamente (genéticamente).

Un modelo sencillo de la vida productiva económicamente óptima ilustra el equilibrio entre el coste de reposición del rebaño, los costes de madurez y envejecimiento, el coste de oportunidad genético y el coste de oportunidad del valor del ternero.

Algunos factores hacen que la vida productiva sea más larga, mientras que otros la hacen más corta. Combinados, estos factores sugieren que se justifica una vida productiva media de aproximadamente 5 años. La vida productiva es más sensible al coste de reposición del rebaño, a la tasa de progreso genético y a la madurez asumida de las vacas más viejas frente a las vacas de primera lactación. El modelo simple es útil para mostrar la importancia de ordeñar un número mayor de vacas viejas, pero no ayuda a determinar qué vacas deben sustituirse (voluntariamente).

Con cálculos más avanzados, las vacas pueden clasificarse en función de la rentabilidad futura esperada, y los animales peor clasificados deberían ser los principales candidatos para el sacrificio y la sustitución, siempre que la clasificación sea lo suficientemente precisa. La rentabilidad futura esperada de una vaca es incierta y no es fácil de calcular con exactitud. Un criterio típico de optimización es maximizar el beneficio por slot, es decir, hueco para una vaca. La decisión de explotación es entonces mantener la vaca actual hasta un momento (óptimo) en el futuro o sustituirla ahora por (normalmente) una novilla de parto. Estas decisiones también se toman en el futuro para los animales de reemplazo consecutivos y colectivamente deben incluir todos los flujos de caja futuros esperados que varían en función de la decisión operativa de mantener o reemplazar hoy. El valor actual neto de la diferencia es la rentabilidad futura esperada de la vaca.

Además de la necesidad de un algoritmo para calcular los flujos de caja del slot hasta dentro de varios años, también necesitamos predecir el rendimiento futuro esperado de la vaca. Esto incluye, por ejemplo, su producción de componentes lácteos, fertilidad, riesgo de enfermedades, consumo de alimento, peso corporal y descendencia. La inclusión del rendimiento histórico y de datos genéticos, de sensores y medioambientales podría ser útil para predecir el rendimiento futuro con mayor precisión.

Lanzamos un modelo que clasifica a las novillas y vacas para las decisiones de sacrificio en 2023. De ahí se deduce la vida productiva óptima desde el punto de vista económico, incluido el número de novillas que deben criarse para obtener la máxima rentabilidad. Todavía hay que trabajar más para incluir mejor las enfermedades y predecir el rendimiento futuro esperado, como, por ejemplo, la producción de leche. Estos principios pueden ampliarse para optimizar el apareamiento, el tratamiento, el periodo seco, y otras decisiones relativas al ganado.

La vida productiva de las vacas lecheras se ve afectada por la mejora de la calidad de la vaca, como, por ejemplo, la fertilidad, la producción de leche, el riesgo de enfermedades, etc., que es impulsada por la selección genética y la gestión. No obstante,

la variación natural en el rendimiento dicta que las vacas de menor rendimiento deben ser sustituidas, quizás al principio de su vida, para maximizar la rentabilidad de la explotación, incluso si la calidad media de las vacas es alta. La duración de la vida productiva económicamente óptima del ganado lechero depende de la explotación y del tiempo.

ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA INSEMINACIÓN DE VACAS LECHERAS

Albert De Vries, University of Florida, devries@ufl.edu

RESUMEN

El periodo de espera voluntario (PEV) típico para la primera inseminación es de unos 70 días en Estados Unidos. Esto suele implicar que la vaca es inseminada, debido al uso generalizado de programas de inseminación artificial a tiempo fijo a base de hormonas. Muchas explotaciones usan un PEV diferente con un PEV ligeramente más largo para las vacas de primera lactación y un PEV ligeramente más corto para las vacas más viejas. Rara vez influye el rendimiento lechero individual. El gran aumento de las tasas de preñez en los últimos 20 años y de las vacas de alta producción persistente parece llevar a prolongar un PEV que sea económicamente óptimo, pero los productores lecheros son reacios a esperar más tiempo.

Un concepto importante en EE.UU. es el del ciclo de alta fertilidad, que se basa en la observación de que las vacas que se quedan preñadas poco después del parto tienen puntuaciones de condición corporal más idóneas y se quedan preñadas más fácilmente y tienen menos problemas de salud que las vacas con periodos de días abiertos más largos. Esto viene a reforzar las experiencias de muchos ganaderos lecheros que veían que las vacas que se quedaban preñadas más tarde en la lactación estaban más gordas al parto, con todas las consecuencias negativas que ello conlleva en la lactación posterior.

Cuando se planifican a propósito diferentes PEV, la investigación realizada en EE.UU. con programas de inseminación artificial programada y diferentes PEV no muestra ningún beneficio económico claro de un PEV entre 60 y 88 días. La investigación europea muestra algunas posibles pequeñas ventajas económicas de prolongar varios meses el PEV. Una conclusión clave de todos estos estudios es que habría un beneficio económico en el caso de algunas vacas con un PEV más largo y de otras no. Sin embargo, sigue siendo difícil predecir al principio de la lactación qué vacas se beneficiarían de la decisión de retrasar la primera inseminación.

La modelización muestra que las vacas de primera lactación y las que producen más leche que sus congéneres se beneficiarían normalmente de lactaciones prolongadas. Las diferencias pueden ser de decenas de dólares por vaca y puede suponer un PEV que sea dos meses más largo que el tradicional. Es esencial que los efectos del PEV sobre la salud y la fertilidad se incluyan con precisión en dichos análisis.

La decisión de dejar de inseminar a una vaca que no ha quedado preñada (decisión de no criar - DNB) no está bien estudiada desde el punto de vista económico. En la práctica, muchos productores pasan a un semental de alta fertilidad a la cuarta o quinta inseminación, por ejemplo, utilizando semen de vacuno convencional tras el uso de semen sexado, para dejar preñada a la vaca y salvarla del sacrificio. Sin embargo, para ello pueden comprometer el valor del ternero. Algunos algoritmos desarrollados recientemente muestran cómo el PEV económicamente óptima y la DNB varía con el periodo de lactación, la fertilidad, la producción de leche y los precios.

LOS EFECTOS DEL USO DE AGENTES ACONDICIONADORES EN EL RECUENTO MICROBIOLÓGICO DE LA CAMA ORGÁNICA

Paolo Moroni, Department of Veterinary Medicine and Animal Science University of Milan
Via dell'Università 1, 26900 Lodi, Italy; Email: paolo.moroni@unimi.it

INTRODUCCIÓN

La cama y su gestión contribuyen al confort de la vaca, a la salud de la ubre y a la calidad de la leche. Un establo limpio, seco y con una cama adecuada contribuye a la limpieza de las vacas e inhibe el crecimiento microbiano y su transmisión a la piel de los pezones. En realidad, los patógenos ambientales son las principales causas de la mastitis clínica y subclínica, mientras que la principal fuente de patógenos ambientales de la mastitis es el entorno de las vacas. Una gestión eficaz de la cama debe garantizar que los pezones entren en contacto con una superficie limpia y bien asentada cada vez que la vaca se acueste. Una provisión adecuada de cama limpia y seca garantizará una contaminación bacteriana mínima de la piel de los pezones. Son muchos los factores que intervienen en la selección de los materiales de cama adecuados en las explotaciones lecheras, incluidos el coste, la disponibilidad, el diseño de las instalaciones, la comodidad de las vacas, la facilidad de uso, el almacenamiento de residuos y los métodos de eliminación disponibles en la explotación. La cama ideal debe ser seca, inerte (para el crecimiento microbiano), rentable, contribuir a la comodidad y limpieza de las vacas y ser fácil de manejar. Los materiales de cama orgánicos incluyen la paja, el heno, el serrín, las virutas de madera, los residuos de cultivos (tallos de maíz, mazorcas, etc.), el papel triturado, los residuos de pasta de papel, el estiércol compostado o desecado y materiales similares. Los materiales orgánicos derivados de los sólidos del estiércol han llamado la atención por sus características suaves y no abrasivas, que repercuten positivamente en el bienestar animal. Estos sustratos, también conocidos como sólidos de estiércol reciclado **(RMS)**, se utilizan cada vez más en Norteamérica desde hace una década, y su uso está ganando terreno en Europa. Normalmente, estos sólidos se obtienen haciendo pasar los purines crudos (no digeridos) por una prensa de tornillo para separar los sólidos del líquido. A pesar de sus ventajas, se sabe que los RMS tienen una mayor carga bacteriana que otros sustratos de cama y se han asociado a un mayor riesgo de mastitis. Es necesario estudiar estrategias para gestionar los recuentos bacterianos dentro del RMS con el fin de reducir la exposición de la ubre, ya que este tipo de cama podría afectar la salud de las vacas. Se utilizan como lecho porque absorben la humedad, son compatibles con los sistemas de manipulación del estiércol y son fáciles de conseguir. Una desventaja importante de estos materiales es que favorecerán el rápido crecimiento de los patógenos ambientales de la mastitis cuando se mezclen con estiércol y agua (orina). La contaminación bacteriana se multiplica enormemente en cuestión de 24 horas. Los principales patógenos asociados a los materiales de cama son los estreptococos ambientales (incluido *Streptococcus uberis*) y los coliformes como *E. coli* y *Klebsiella* spp.

Los ganaderos pueden utilizar acondicionadores de lechos para controlar la población de patógenos en los sustratos utilizados para las camas. La mayoría de los acondicionadores cambian el pH de los materiales de cama (por ejemplo, acondicionadores ácidos o alcalinos) suprimiendo así la proliferación microbiana. La cal hidratada es un compuesto alcalino común formado por hidróxido de calcio, que puede elevar el pH de los materiales a niveles superiores a 12, creando un sustrato inhóspito para el crecimiento bacteriano. Diferentes estudios han evaluado el efecto de la cal hidratada en las poblaciones microbianas de diferentes materiales de lecho. Se observó una reducción en los recuentos bacterianos en el serrín y el RMS tratados con un 10% de cal hidratada. La aplicación de 0.5 kg de cal hidratada cada 48 horas a la cama en una estabulación libre redujo los recuentos de coliformes, *Klebsiella* spp., *Escherichia coli* y *Streptococcus* spp. Aunque la eficacia de los acondicionadores de lechos está documentada, sus efectos suelen ser de corta duración, normalmente entre 24 y 48 horas. En un estudio estadounidense, la incorporación de cal al serrín redujo los recuentos bacterianos, pero el efecto sólo duró 1 día. La aportación diaria de cal a la capa superior de paja no consiguió elevar el pH a los niveles que impiden la supervivencia de *E. coli* y *Streptococcus uberis*.

Los datos científicos sobre la gestión óptima de los lechos siguen siendo limitados y, en ocasiones, contradictorios. El efecto de la cal añadida es de corta duración (24 horas) y es preciso añadir cal diariamente. Las investigaciones indican que añadir la cal a la cama antes de su colocación y mezclarla justo antes de su uso es el medio más eficaz para reducir la población bacteriana en los lechos existentes. Se han utilizado agentes alcalinizantes y acidificantes para reducir los recuentos bacterianos en el serrín y el estiércol reciclado. Los efectos antibacterianos de los tratamientos de las camas se relacionaron con el pH de los

materiales de los lechos. Concentraciones medias pretratamiento de bacterias gramnegativas totales, coliformes, *Klebsiella* spp. y estreptococos en el estiércol reciclado. El tratamiento del estiércol reciclado con un acondicionador alcalino o cal hidratada redujo el recuento bacteriano total durante aproximadamente 24 horas. Son muchos los factores que pueden influir en la población bacteriana de los materiales de los lechos, tales como la ventilación, la densidad de ganado, el diseño del establo, la materia seca de los lechos y el almacenamiento de los lechos. Las diferencias en el alojamiento y la gestión pueden anular el efecto de añadir cal, o realizar cambios de cama más frecuentes, en los niveles de bacterias en la punta del pezón de una vaca. Hay que tener en cuenta muchos aspectos de la gestión de grupos y rebaños.

También es importante el efecto de las condiciones de la estabulación sobre la cama: los establos con ventilación inadecuada a menudo tienen un microclima a nivel del suelo del establo que aumentará el nivel de humedad de la cama favoreciendo el crecimiento de bacterias en la misma. El hacinamiento de los animales también puede contribuir al rápido deterioro de las camas. En la mayoría de las explotaciones lecheras se dan tres situaciones distintas de estabulación que influyen en la exposición de la punta del pezón a los patógenos ambientales asociados a la cama. Se trata del establo para vacas lactantes, el establo para vacas secas y las novillas en las últimas semanas de gestación, y la zona de maternidad o parideras. Los materiales de cama y la gestión de estas zonas son fundamentales para controlar la exposición de las puntas de los pezones a los patógenos ambientales. Los animales tienen de dos a doce veces más probabilidades de desarrollar nuevas infecciones de mastitis ambiental cuando se alojan en el grupo de vacas secas - vacas en las últimas semanas de gestación que durante la lactación. Los animales que se encuentran en esta fase de gestación suelen estar inmunodeprimidos, pero las condiciones de estabulación a menudo los exponen a un número récord de bacterias. Los boxes de maternidad son también zonas que se descuidan a menudo en cuanto a la gestión de las camas y pueden contribuir a aumentar la tasa de nuevas infecciones. Las vacas secas se suelen albergar en establos con encamado de compost. Suelen estar superpoblados, mal drenados y tener un lecho inadecuado. Una gestión adecuada de las instalaciones de vacas secas y de maternidad es esencial para controlar eficazmente las nuevas infecciones de mastitis ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

1: Beauchemin J, Fréchette A, Thériault W, Dufour S, Fravalo P, Thibodeau A. Comparison of microbiota of recycled manure solids and straw bedding used in dairy farms in eastern Canada. J Dairy Sci. 2022 Jan;105(1):389-408. doi: 10.3168/jds.2021-20523. Epub 2021 Oct 14. PMID: 34656347.

2: Duniere L, Frayssinet B, Achard C, Chevaux E, Plateau J. Conditioner application improves bedding quality and bacterial composition with potential beneficial impacts for dairy cow's health. Microbiol Spectr. 2024 Feb 20:e0426323. doi: 10.1128/spectrum.04263-23. PMID: 38376365.

3: Fréchette A, Fecteau G, Côté C, Dufour S. Clinical Mastitis Incidence in Dairy Cows Housed on Recycled Manure Solids Bedding: A Canadian Cohort Study. Front Vet Sci. 2021 Sep 23;8:742868. doi: 10.3389/fvets.2021.742868. PMID: 34631863; PMCID: PMC8495071.

4: Fréchette A, Fecteau G, Côté C, Dufour S. Association Between Recycled Manure Solids Bedding and Subclinical Mastitis Incidence: A Canadian Cohort Study. Front Vet Sci. 2022 Apr 22;9:859858. doi: 10.3389/fvets.2022.859858. Erratum in: Front Vet Sci. 2022 May 27;9:939744. PMID: 35529833; PMCID: PMC9072858.

5: Fréchette A, Généreux M, Fecteau G, Côté C, Dufour S. Ability of unsterilized recycled manure solids bedding to support growth of Klebsiella pneumoniae and scherichia coli. Can J Vet Res. 2024 Jan;88(1):12-18. PMID: 38222071; PMCID: PMC10782466.

6: Fréchette A, Généreux M, Fecteau G, Côté C, Dufour S. Ability of unsterilized recycled manure solids bedding to support growth of Klebsiella pneumoniae> and Escherichia coli. Can J Vet Res. 2024 Jan;88(1):12-18. PMID: 38222071; PMCID: PMC10782466.

7: Galama PJ, Ouweltjes W, Endres MI, Sprecher JR, Leso L, Kuipers A, Klopčič M. Symposium review: Future of housing for dairy cattle. J Dairy Sci. 2020 Jun;103(6):5759-5772. doi: 10.3168/jds.2019-17214. Epub 2020 Apr 22. PMID: 32331875.

8: Leach KA, Charlton GL, Green MJ, Lima E, Gibbons J, Black D, Bradley AJ. Bedding system influences lying behaviour in dairy cows. Vet Rec. 2022 Apr;190(7):e1066. doi: 10.1002/vetr.1066. Epub 2021 Nov 21. PMID: 34802151

9: Muller R, Vilas Boas MA, Costa MSSM, Remor M, Alvez HJ. Alkaline pre-treatment (NAOH) as a strategy to increase the performance and feasibility of the anaerobic digestion of cattle slurry. Environ Technol. 2023 Jun;44(14):2080-2090. doi: 10.1080/09593330.2021.2021453. Epub 2022 Feb 3. PMID:34937526.

10: Niu K, Chao C, Zhang X, An Z, Zhou J, Yang L. Effects of different microbial agents on bedding treatment of ectopic fermentation of buffalo manure. Front Microbiol. 2022 Dec 22;13:1080650. doi: 10.3389/fmicb.2022.1080650. PMID: 36620065; PMCID: PMC9814712.

11: Robles I, Kelton DF, Barkema HW, Keefe GP, Roy JP, von Keyserlingk MAG, DeVries TJ. Bacterial concentrations in bedding and their association with dairy cow hygiene and milk quality. Animal. 2020 May;14(5):1052-1066. doi: 10.1017/S1751731119002787. Epub 2019 Nov 26. PMID: 31769382.

TRATAMIENTO DE LA MASTITIS POR KLEBSIELLA: ESTRATEGIAS EFICACES DE PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO

Paolo Moroni, Department of Veterinary Medicine and Animal Science University of Milan
Via dell'Università 1, 26900 Lodi, Italy; Email: paolo.moroni@unimi.it

INTRODUCCIÓN

Escherichia coli y K*lebsiella* spp., seguidos de *Serratia* spp. Y *Enterobacter* spp., son los patógenos gramnegativos más frecuentes aislados de la mastitis clínica bovina (MC). La incidencia de la mastitis por *Klebsiella* spp. ha aumentado en los últimos años y la *Klebsiella* spp. se suele considerar como causante especialmente agresiva de la mastitis clínica grave, la cual responde mal al tratamiento y es probable que tenga un desenlace fatal. *La Klebsiella* spp. infecta las glándulas mamarias a través del contacto ambiental, por lo tanto, es muy importante mantener un **entorno limpio y seco donde las** vacas se puede recostar. El uso de lechos inorgánicos (arena) reduce la contaminación por estas bacterias, aunque es importante reducir la materia orgánica que se acumula en el lecho. La mastitis por *Klebsiella* spp. se da más a menudo en rebaños con un RCS bajo que en rebaños con un RCS medio o alto. La gravedad de los episodios clínicos, la escasa respuesta a la vacunación y la escasez de tratamientos eficaces hacen que la mastitis por *Klebsiella* sea especialmente problemática en comparación con la causada por *E. coli*. La gravedad de la mastitis clínica (MC) debida a *Klebsiella* spp. se puso de manifiesto en una serie de informes de diferentes equipos de investigación. En un informe sobre el efecto de la MC específica de patógenos en la producción lechera de las vacas afectadas, se puso de manifiesto una diferencia en la pérdida de producción lechera entre las IIMs causadas por *E coli* y *Klebsiella* spp. La duración de la pérdida de producción de leche fue sustancialmente mayor en los casos de *Klebsiella* spp. que en los casos clínicos debidos a *E coli*. Del mismo modo, el riesgo de sacrificio tras un caso de MC fue sustancialmente mayor en los casos de mastitis por *Klebsiella* spp. que en los de MC por *E coli*.

LOS EFECTOS DE LA KLEBSIELLA EN LAS VACAS

1. Origen, difusión y prevención

La identificación de las fuentes potenciales de *Klebsiella* spp. es importante para la aplicación de medidas preventivas que disminuyan la exposición y limiten el riesgo de infecciones de la ubre. Los materiales de cama procedentes de subproductos de la madera, como el serrín y las virutas, pueden ser fuentes de organismos *Klebsiella* spp. en las explotaciones lecheras. Incluso si se ha documentado la excreción fecal de *Klebsiella spp*. por alrededor del 70% de las vacas lecheras sanas. Por consiguiente, las heces y el estiércol también constituyen fuentes de exposición a *Klebsiella spp.* para las vacas lecheras. El contacto directo de los extremos de los pezones con materiales que contengan *Klebsiella* spp., como el lecho, las heces, las salpicaduras de estiércol, el agua, la leche, los colchones, las patas o las pezoneras, puede facilitar el acceso de la bacteria a la ubre, lo que en última instancia puede dar lugar a una IIM y a la subsiguiente MC. Las ubres sucias fueron un factor de riesgo significativo asociado a la presencia de *Klebsiella* spp. tras la preparación de la ubre. Se ha asociado una mala puntuación en la limpieza de la ubre con un mayor riesgo de una IIM y una mayor cantidad de células somáticas. La alta prevalencia de *Klebsiella spp.* antes de la preparación de la ubre se ha asociado con una menor eficacia de la eliminación de *Klebsiella spp.* de los extremos de los pezones, observándose altas cargas de *Klebsiella spp.* que no se eliminaron completamente con la preparación de la ubre. Las vacas con una puntuación de limpieza de la ubre de 1 (muy limpias) dieron positivo por *Klebsiella spp.* en los pezones una vez finalizada la preparación de la ubre en el 10% de las muestras, una cifra que aumentó al 40% cuando la puntuación era de 2 (limpieza intermedia) y al 55% en las vacas con una puntuación de limpieza de la ubre de 3 (sucias). La evaluación de la limpieza de las vacas proporciona, por tanto, una estimación del grado de exposición de las vacas lecheras y puede utilizarse como herramienta para supervisar y controlar los niveles de exposición bacteriana. En resumen, la prevención de las IIMs por *Klebsiella* spp. parece posible mediante una vigilancia cuidadosa y la mejora de la higiene en el entorno de la vaca. Sin embargo, dados los múltiples nichos ecológicos de las *Klebsiella* spp. en las vacas lecheras y en su entorno, no parece factible la eliminación completa de la *Klebsiella spp*. de las explotaciones lecheras.

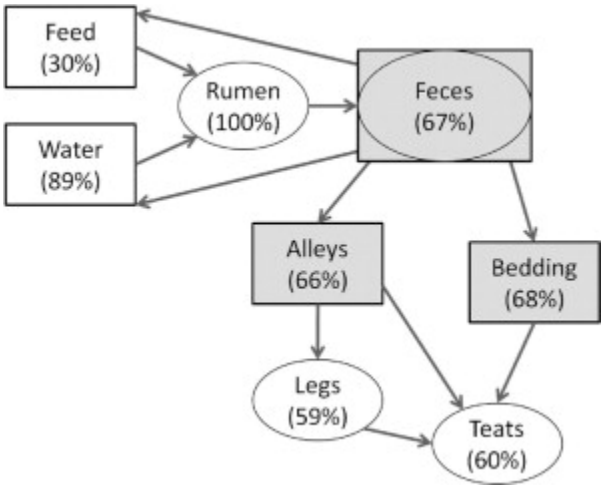


Figura 1: Fuentes y vías potenciales de exposición de la glándula mamaria a la *Klebsiella* spp. Los óvalos representan animales (recto/heces, rumen, patas y pezones). Los rectángulos representan las fuentes medioambientales. Los rectángulos grises se consideran de importancia capital para la gestión de la explotación y la prevención de la mastitis. La proporción de muestras que dieron positivo se basó en 3 explotaciones lecheras de Nueva York descritas en el presente estudio de Zadoks et al. (2011; pienso, agua, rumen, heces, pasillos, camas) y Muñoz et al. (2008; patas, pezones).

2. La gravedad de la mastitis clínica (MC)

La gravedad de la mastitis clínica (MC) debida a *Klebsiella* spp. se puso de manifiesto en una serie de informes de diferentes equipos de investigación. En un informe sobre el efecto de la MC específica de patógenos en la producción lechera de las vacas afectadas, se puso de manifiesto una diferencia en la pérdida de producción lechera entre las IIMs causadas por *E coli* y *Klebsiella* spp. La duración de la pérdida de producción de leche fue sustancialmente mayor en los casos de *Klebsiella* spp. que en los casos clínicos debidos a *E coli*. Del mismo modo, el riesgo de sacrificio tras un caso de MC fue sustancialmente mayor en los casos de mastitis por *Klebsiella* spp. que en los de MC por *E coli*. Estos resultados coinciden con las observaciones de otros autores, en las que la MC por *Klebsiella* resultó ser más grave que la mastitis por *E. coli*.

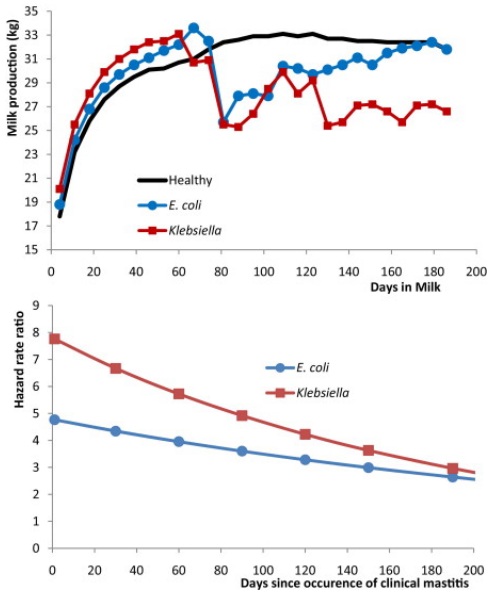


Figura 2: Efectos sobre la producción de leche de un caso de mastitis clínica por *E coli* y *Klebsiella spp.* comparados con la producción de leche de otros miembros sanos del rebaño. El patrón de pérdida de producción de leche en el caso de *Klebsiella spp.* indica un inicio más temprano de la pérdida de producción de leche y una mayor duración en comparación con *E coli*, mientras que la gravedad de la pérdida (indicada por el nadir) es aproximadamente similar. Ratio de riesgo (abajo) de vacas con *E coli* o *Klebsiella spp.* en lactación temprana. (*Datos de* Gröhn YT, Wilson DJ, González RN, et al. Effect of pathogen-specific clinical mastitis on milk yield in dairy cows. J Dairy Sci 2004;87(10):3358–74; and Gröhn YT, González RN, Wilson DJ, et al. Effect of pathogen-specific clinical mastitis on herd life in two New York State dairy herds. Prev Vet Med 2005;71(1-2):105–25.).

4. La eficacia del tratamiento antibiótico

Los estudios que hablan de la eficacia del tratamiento antibiótico de la mastitis por *Klebsiella* han mostrado en general una eficacia muy limitada del tratamiento antibiótico y la mayoría de los antibióticos no están disponibles en el mercado de la UE. Roberson y colaboradores demostraron que, el 37% de los cuartos infectados por *Klebsiella* procedentes de vacas con una MC de leve a moderada se curaron en 1 semana, y el 47% se curaron en 36 días. Un estudio de campo de casos naturales de MC grave causada por organismos coliformes demostró que el tratamiento intramuscular con ceftiofur reducía el riesgo de muerte o sacrificio. Se observó una proporción de curación de aproximadamente el 50% tras el tratamiento con ceftiofur intramuscular de 8 animales con MC severo, mientras que la curación en los animales de control fue de aproximadamente el 25%.[5] Sin embargo, en los casos de MC sistémica leve causada predominantemente por *E coli*, el tratamiento con ceftiofur intramuscular no tuvo efectos beneficiosos.[35] En un estudio reciente sobre las mastitis coliformes clínicas leves y moderadas en 6 grandes explotaciones lecheras, se informó de que, en todas las explotaciones y con todas las especies coliformes, el tratamiento de 5 días con ceftiofur intramamario dio lugar a una probabilidad de curación significativamente mayor en comparación con la ausencia de tratamiento. En todos los rebaños y en todas las especies bacteriológicas, la curación bacteriológica fue del 73% en los animales tratados y del 38% en los animales de control. En los cuartos infectados por *Klebsiella*, este porcentaje fue del 57% en los animales tratados frente al 19% en los animales de control.

3. La vacunación

Debido a la gravedad de la enfermedad y a la escasa respuesta al tratamiento, las vacunas de alta calidad que podrían prevenir o reducir la gravedad de la MC coliforme son una mejor solución para las explotaciones lecheras. Aunque se dispone de vacunas contra el antígeno central (J5), la mastitis por coliformes, especialmente la mastitis por *Klebsiella*, sigue causando problemas a los productores de leche. Se diseñó un estudio específico para observar el efecto de la vacuna sobre la mastitis por *Klebsiella*. Este estudio se llevó a cabo como un estudio de eficacia aleatorio, ciego y controlado con placebo de una vacuna contra la proteína receptora de sideróforos (SRP) de *Klebsiella pneumoniae* (Kleb-SRP); sin embargo, la SRP de *Klebsiella* está muy conservada en todas las bacterias coliformes, lo que significa que la vacuna tiene potencial de protección cruzada contra todos los coliformes. Las vacas se emparejaron en función de la paridad, los días en leche en el momento de la inclusión y el recuento de células somáticas. Dentro de las parejas, los individuos fueron aleatorizados para recibir Kleb-SRP o un placebo. Tras la vacunación, se comparó la incidencia de *Klebsiella spp*. y de mastitis coliforme total por exposición natural para determinar la eficacia de la vacuna. Al analizar todas las vacas, la reducción del riesgo de aparición de la mastitis no fue significativa, aunque la producción de leche aumentó 0.31 kg/día y el recuento de células somáticas se redujo en un 20.1%. Cuando se administró antes del parto, la vacuna redujo el riesgo de mastitis por *Klebsiella* y coliformes totales en un 76,9% y un 47,5% respectivamente; sin embargo, no observamos ningún efecto significativo cuando se administró después del parto. La vacuna, administrada antes del parto, también aumentó la producción de leche en una media de 1.74 kg/día y redujo el recuento de células somáticas en un 64.8%. Cuando se administró después del parto, se observó una ligera disminución de la producción diaria de leche (0,39 kg), pero ningún efecto significativo sobre el recuento de células somáticas.

BIBLIOGRAFÍA

1: Fuenzalida MJ, Furmaga E, Aulik N. Antimicrobial resistance in Klebsiella species from milk specimens submitted for bovine mastitis testing at the Wisconsin Veterinary Diagnostic Laboratory, 2008-2019. JDS Commun. 2021 Mar 19;2(3):148-152. doi: 10.3168/jdsc.2020-0031. PMID: 36339509; PMCID: PMC9623802.

2: Fuenzalida MJ, Ruegg PL. Molecular epidemiology of nonsevere clinical mastitis caused by Klebsiella pneumoniae occurring in cows on 2 Wisconsin dairy farms. J Dairy Sci. 2020 Apr;103(4):3479-3492. doi: 10.3168/jds.2019-17464. Epub 2020 Feb 20. PMID: 32089304.

3: Gorden PJ, Kleinhenz MD, Ydstie JA, Brick TA, Slinden LM, Peterson MP, Straub DE, Burkhardt DT. Efficacy of vaccination with a Klebsiella pneumonia siderophore receptor protein vaccine for reduction of Klebsiella mastitis in lactating cattle. J Dairy Sci. 2018 Nov;101(11):10398-10408. doi: 10.3168/jds.2017-14267. Epub 2018 Sep 7. PMID: 30197148.

4. Gröhn YT, Wilson DJ, González RN, et al. Effect of pathogen-specific clinical mastitis on milk yield in dairy cows. J Dairy Sci 2004;87(10):3358–74;

5. Gröhn YT, González RN, Wilson DJ, et al. Effect of pathogen-specific clinical mastitis on herd life in two New York State dairy herds. Prev Vet Med 2005;71(1-2):105–25.).

6: Klaas IC, Zadoks RN. An update on environmental mastitis: Challenging perceptions. Transbound Emerg Dis. 2018 May;65 Suppl 1:166-185. doi: 10.1111/tbed.12704. Epub 2017 Oct 30. PMID: 29083115.

7: Locatelli C, Scaccabarozzi L, Pisoni G, Moroni P. CTX-M1 ESBL-producing Klebsiella pneumoniae subsp. pneumoniae isolated from cases of bovine mastitis. J Clin Microbiol. 2010 Oct;48(10):3822-3. doi: 10.1128/JCM.00941-10. Epub 2010 Aug 18. PMID: 20720020; PMCID: PMC2953115.

8: Munoz MA, Bennett GJ, Ahlström C, Griffiths HM, Schukken YH, Zadoks RN. Cleanliness scores as indicator of Klebsiella exposure in dairy cows. J Dairy Sci. 2008 Oct;91(10):3908-16. doi: 10.3168/jds.2008-1090. PMID: 18832213.

9: Massé J, Dufour S, Archambault M. Characterization of Klebsiella isolates obtained from clinical mastitis cases in dairy cattle. J Dairy Sci. 2020 Apr;103(4):3392-3400. doi: 10.3168/jds.2019-17324. Epub 2020 Feb 20. PMID: 32089315.

10: Roberson JR, Warnick LD, Moore G. Mild to moderate clinical mastitis: efficacy of intramammary amoxicillin, frequent milk-out, a combined intramammary amoxicillin, and frequent milk-out treatment versus no treatment. J Dairy Sci.2004 Mar;87(3):583-92. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73200-2. PMID: 15202642.

11: Schukken Y, Chuff M, Moroni P, Gurjar A, Santisteban C, Welcome F, Zadoks R. The "other" gram-negative bacteria in mastitis: Klebsiella, serratia, and more. Vet Clin North Am Food Anim Pract. 2012 Jul;28(2):239-56. doi: 10.1016/j.cvfa.2012.04.001. PMID: 22664206.

12: Song J, Xiang W, Wang Q, Yin J, Tian T, Yang Q, Zhang M, Ge G, Li J, Diao N, Liu F, Shi K, Cai R, Du R, Gong Q. Prevalence and risk factors of Klebsiella spp. in milk samples from dairy cows with mastitis-A global systematic review. Front Vet Sci. 2023 Mar 22;10:1143257. doi: 10.3389/fvets.2023.1143257. PMID: 37035815; PMCID: PMC10073557.

13: Sugiyama M, Watanabe M, Sonobe T, Kibe R, Koyama S, Kataoka Y. Efficacy of antimicrobial therapy for bovine acute Klebsiella pneumoniae mastitis. J Vet Med Sci. 2022 Jul 25;84(7):1023-1028. doi: 10.1292/jvms.21-0617. Epub 2022 Jun 7. PMID: 35675974; PMCID: PMC9353081.

14: Zadoks R, Fitzpatrick J. Changing trends in mastitis. Ir Vet J. 2009 Apr 1;62 Suppl 4(Suppl 4):S59-70. doi: 10.1186/2046-0481-62-S4-S59. PMID: 22082032; PMCID: PMC3339353.

15. Zadoks RN, Griffiths HM, Munoz MA, Ahlstrom C, Bennett GJ, Thomas E, Schukken YH. Sources of Klebsiella and Raoultella species on dairy farms: be careful where you walk. J Dairy Sci. 2011 Feb;94(2):1045-51. doi: 10.3168/jds.2010-3603. PMID: 21257074.

EXPLORANDO LOS MISTERIOS DE LA PERMEABILIDAD INTESTINAL Y ENDOTOXEMIA METABOLICA EN LA PRODUCCION DE LECHE Y SALUD DEL GANADO LECHERO

Ignacio R. Ipharraguerre

Instituto de Nutrición Humana y Ciencias de la Alimentación, Universidad de Kiel

Perspectiva vigente

En los últimos años, ha habido un notable incremento en el interés científico en torno a las alteraciones en la permeabilidad epitelial y el riesgo de endotoxemia en el ganado lechero. Este fenómeno ha capturado la atención de la comunidad científica debido a su potencial contribución a la patogénesis de procesos que afectan la productividad y salud animal. Gracias a dicho interés, actualmente sabemos que perturbaciones frecuentes, como los episodios de acidez rumino-intestinal o el estrés calórico, afectan la integridad de las mucosas, lo que repercute en la capacidad del animal para regular la microflora residente y para limitar el pasaje de endotoxinas y otros antígenos a través de los epitelios. Estos avances han propiciado la idea de que durante períodos críticos, como el periparto (Figura 1), la infiltración de endotoxinas, especialmente lipopolisacáridos (LPS), puede alcanzar niveles subagudos. Este fenómeno, conocido como endotoxemia metabólica (Cani et al., 2007), promueve la aparición local y, eventualmente, sistémica de desequilibrios inmunometabólicos e inflamación. La imposibilidad de resolver de manera rápida y completa estas fisiopatologías debido a la persistencia de la endotoxemia condiciona la capacidad de adaptación metabólica del animal. Esto, sumado al desvío de nutrientes hacia el sistema inmunológico y la disminución del consumo voluntario, contribuye al deterioro patológico de su productividad y salud.

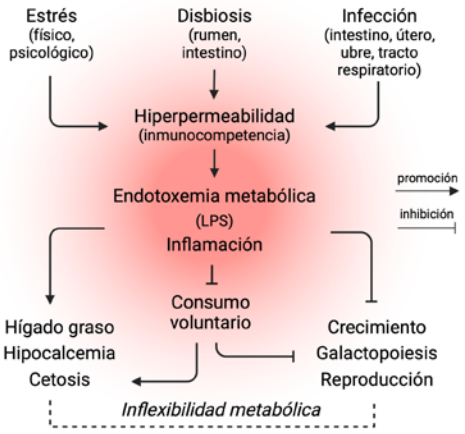


Figura 1. Marco conceptual sobre la hiperpermeabilidad epitelial y endotoxemia metabólica como fisiopatologías del postparto (creado con BioRender.com).

A pesar de la creciente conciencia sobre esta problemática, la ausencia de modelos experimentales que reproduzcan de manera precisa esta compleja interacción sigue generando incertidumbre sobre su importancia en la práctica. Este vacío en la investigación se debe, en parte, a la naturaleza multifactorial del origen de la disfunción epitelial y la endotoxemia metabólica en el ganado lechero. Además de factores de riesgo como el estrés, la disbiosis y las infecciones locales, algunas evidencias recientes sugieren que deficiencias en la función inmunitaria del ganado moderno, posiblemente como resultado del mejoramiento genético basado en criterios productivos, podrían tener un papel significativo en la manifestación y exacerbación de este problema.

En este contexto, el objetivo central de esta ponencia es ofrecer un resumen narrativo del estado actual del conocimiento en

relación con la disfunción epitelial, endotoxemia e inflamación en el ganado lechero, destacando ejemplos específicos del impacto en la salud de la ubre y la producción de leche.

Una lactancia sana y productiva requiere un metabolismo flexible

La lactancia es una fase fisiológica del ganado lechero que se caracteriza por una alta demanda de nutrientes y una compleja coordinación metabólica entre los tejidos que componen el animal. Dicha coordinación comprende continuas adaptaciones metabólicas cuyo principal objetivo es asegurar el suministro tanto de la cantidad como del tipo de nutrientes necesarios para sustentar el aumento progresivo de la producción diaria de leche. Especialmente al principio de la lactancia, el ritmo metabólico de las glándulas mamarias y el consecuente uso de nutrientes que ello conlleva es de tal envergadura que las vacas deberían ser consideradas un apéndice de estas en vez de lo contrario. Esta proposición, que fue hecha hace más de medio siglo (Brown, 1969), queda hoy plenamente justificada si consideramos que una vaca que produce en promedio 10,000 L/año destina aproximadamente un 65% de sus requerimientos de energía metabolizable a la síntesis de leche y solo el 35% restante al mantenimiento de sus funciones vitales.

Debido a que alrededor de todo el primer tercio de la lactancia el consumo de nutrientes (especialmente de energía) es inferior a la demanda, la producción de leche se sostiene en este momento gracias a la movilización de reservas corporales, principalmente de grasa (Drackley, 1999). En gran medida esto es consecuencia de la colosal demanda de glucosa que las glándulas mamarias presentan para sintetizar lactosa, la cual comporta un 65-70% del requerimiento diario de glucosa de una vaca. Considerando que la síntesis de 1 L de leche requiere cerca de 72 g de glucosa (Kronfeld, 1982), una vaca que produce 40 L diarios consecuentemente destina alrededor de 3 kg de glucosa a tal fin. Cabe destacar que este fenómeno es normal entre los mamíferos, siendo las reservas corporales prácticamente la única fuente de nutrientes en algunas especies (ej., elefante marino). En el caso de las vacas, satisfacer esta demanda requiere articular un aumento en la producción de glucosa a cargo del hígado (el cual usa reservas corporales como combustible metabólico), con una reducción en la utilización de glucosa por parte de los mayores consumidores que son la grasa corporal y los músculos (Figura 2). Esta remodelación metabólica es esencialmente coordinada desde el comienzo de la lactancia a través de (1) una disminución en la cantidad de insulina secretada por el páncreas (hormona que permite el uso de glucosa para fines anabólicos o síntesis de biomoléculas como la grasa corporal) y (2) una caída en la sensibilidad con que los depósitos de grasa y los músculos responden a sus instrucciones anabólicas. Ya que las glándulas mamarias son naturalmente insensibles a la insulina y por consiguiente su consumo de glucosa depende solo de la disponibilidad de esta en sangre, los cambios descriptos aseguran un flujo continuo de glucosa hacia la producción de leche (Bauman y Currie, 1980).

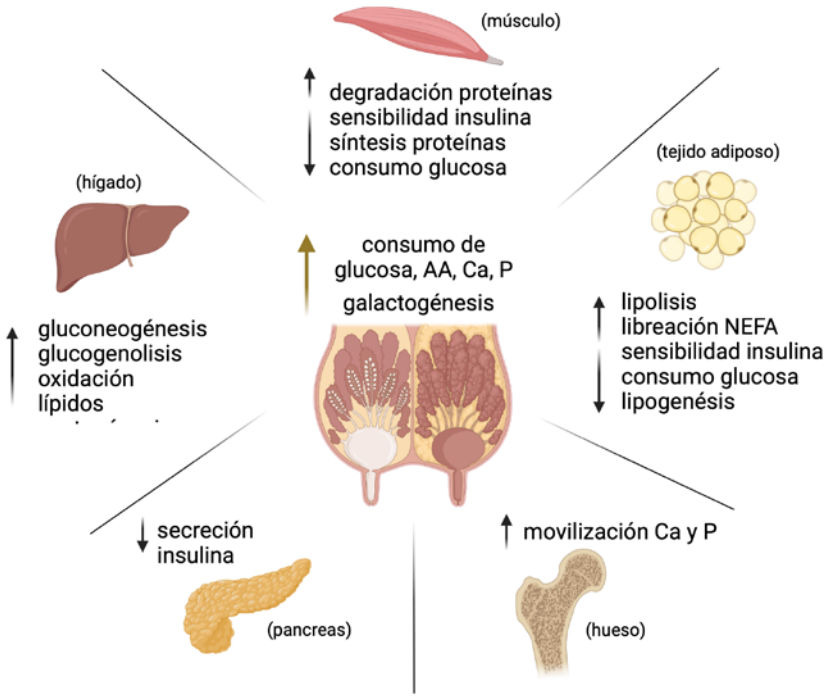


Figura 2. Mayores adaptaciones metabólicas asociadas al inicio de la lactancia en vacas lecheras (AA = aminoácidos, NEFA = ácidos grasos no-esterificados) (Adaptado de Baumgard et al., 2017) (creado con BioRender.com).

Las cifras citadas evidencian la extraordinaria capacidad que las vacas lecheras tienen para controlar la fuente (dieta, reservas corporales), el tipo (sustancias energéticas, proteicas, minerales, etc.), y la distribución de sustancias nutricionales entre producción y mantenimiento de sus funciones vitales. Esta capacidad fisiológica de ajustar el metabolismo según la disponibilidad y demanda de sustancias nutricionales se denomina *flexibilidad metabólica* (Smith et al., 2018). De los ejemplos anteriores se deduce que la flexibilidad metabólica de las vacas determina no solo el rendimiento lechero sino también su eficiencia productiva. Además de esto, un número creciente de evidencias científicas vinculan la flexibilidad metabólica con la preservación de la salud animal a lo largo de la lactancia.

Inflexibilidad metabólica como una cuestión de origen inflamatorio

El hecho de que durante los primeros 20-30 días postparto los grandes ajustes metabólicos asociados a la producción de leche coinciden con la mayor ocurrencia (hasta el 75%;LeBlanc et al., 2006) de los desórdenes metabólicos (cetosis, hígado graso, hipocalcemia, retención de placenta, desplazamiento de abomaso) e infecciones (metritis, mamitis) que afectan entonces a la vacas lecheras, ha llevado a la creencia generalizada de que el inicio de la lactancia genera una excesiva movilización de reservas corporales o “estrés metabólico” el cual sumado al bajo consumo voluntario actúa como agente causal de dichas patologías (Figura 3).

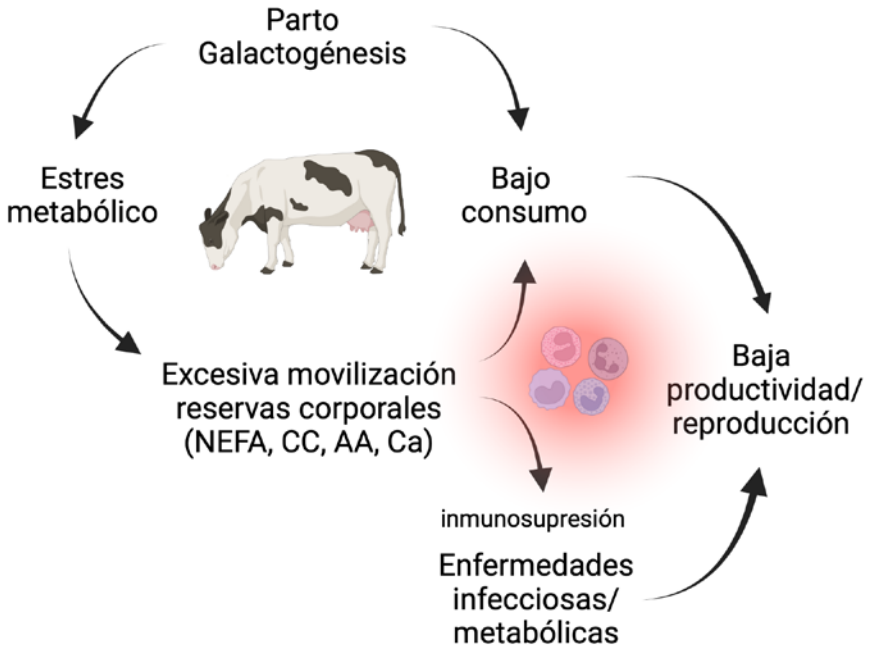


Figura 3. Marco conceptual según el cual una excesiva movilización de reservas corporales durante el postparto (primeros 20-30 días en lactancia) es la principal causante de los desórdenes de salud y productividad en vacas lecheras (NEFA = ácidos grasos no-esterificados, CC = cuerpos cetónicos: betahidroxibutirato, acetona, y ácido acetoacético, Ca = calcio, AA = aminoácidos) (creado con BioRender.com).

Sin embargo, ya hemos señalado que el uso de reservas corporales para producir leche es un fenómeno normal en el mundo los mamíferos, incluidas las vacas lecheras. Ciertamente, en toda granja existen numerosas “excepciones a la regla”, es decir vacas capaces de movilizar grandes cantidades de sustratos nutricionales y gracias a ello completar una lactancia altamente productiva y saludable desde el primer día postparto (Horst et al., 2021). De modo que en realidad la pregunta clave es saber porque algunos animales fallan en dicho cometido. En otras palabras, ¿cuál es o son la causas por las que en ciertos casos un proceso fisiológico refinado a lo largo de unos 50 millones de años de evolución (es decir, producir leche en base a reservas corporales) se convierte en patológico al punto tal de comprometer la salud animal?

Una explicación probable, aunque incipiente, sugiere que el deterioro de la productividad y la salud animal durante el postparto (y, por extensión, durante el resto de la lactancia) solo se observa cuando hay un estado de inflexibilidad metabólica, es decir, una capacidad metabólica adaptativa insuficiente (ver Figura 1). Este estado parece tener una raíz inmunometabólica o, en otras palabras, estar causado por fallos en la interacción entre metabolismo e inmunidad. El rol tradicional de dicha interacción es el de reorientar el flujo de sustratos nutricionales hacia el sistema inmunológico a expensas de otras funciones fisiológicas (ej., producción de leche) durante el curso de procesos inflamatorios (ej., parto, infecciones). Esto se debe a que la activación del sistema inmunológico resulta en un aumento notable de su demanda nutricional, en particular de energía, para sustentar la inflamación y las reacciones metabólicas no productivas como son el aumento de la temperatura corporal (fiebre). El inicio de toda respuesta inmunitaria determina también un cambio estratégico en la preferencia del sistema inmunológico, el cual pasa de quemar ácidos grasos a utilizar glucosa. Estudios con vacas lactantes ha estimado que una respuesta inmunitaria aguda (rápida, intensa, pero de una pocas horas de duración) requiere diariamente cerca de 2 kg de glucosa (Kvidera et al., 2017). En otros términos, el costo energético de activar el sistema inmunológico enfáticamente durante la lactancia es equivalente a la producción diaria de alrededor de 28 L de leche. No obstante, es importante recalcar que la inflamación juega un papel clave durante la lactancia ya que salvaguarda la integridad y funcionamiento de los órganos metabólicos que la sustentan (glándulas mamarias, hígado, depósitos de grasa, músculos, intestinos). De este modo, el sistema inmunológico mantiene la flexibilidad metabólica de todo el organismo.

¿Inflamación anómala y mala adaptación metabólica durante la lactancia?

Tal como se mencionó anteriormente, una propuesta emergente sostiene que la exposición a factores de riesgo (estrés, disbiosis rumino-intestinal, infecciones locales) durante la lactancia puede generar fallos en las barreras epiteliales que protegen al animal del ambiente colindante, lo cual desencadena un proceso de endotoxemia e inflamación sistémica (ver Figura 1). La persistencia de la endotoxemia metabólica impide la resolución de la respuesta proinflamatoria, lo que conduce a un estado de inflamación de bajo grado, pero crónico. Esto genera inflexibilidad metabólica que junto al desvió de nutrientes hacia el sistema inmunológico y el menor consumo voluntario causa el deterioro patológico de la productividad y salud animal.

Por otro lado, la inflexibilidad metabólica puede desencadenar un estado inflamatorio (Smith et al., 2018). Esto puede iniciar un ciclo de autoperpetuación en el que la incapacidad del sistema inmunológico de ajustar su metabolismo según sus necesidades compromete su habilidad de resolver episodios inflamatorios. Curiosamente, al principio de la lactancia, la capacidad de las células inmunitarias de las vacas lecheras modernas para acelerar su metabolismo y producir citocinas en respuesta a un insulto inflamatorio disminuye (Eder et al., 2020), siendo notablemente inferior a la de vacas de mérito genético inferior para la producción de leche (Blink et al., 2023). En este contexto, la escasa flexibilidad metabólica de las células inmunitarias podría ser la responsable del estado inflamatorio, independientemente de si hay endotoxemia o no, en lugar de ser al revés. Estas y otras evidencia similares sugieren que la selección genética centrada en parámetros productivos y reproductivos podría haber reducido la inmunocompetencia de las vacas modernas, haciéndolas más susceptibles a experimentar fallos inmunometabólicos durante periodos en los que una alta demanda nutricional coincide con desafíos inmunológicos (ej., postparto).

Mamitis como causa y consecuencia de endotoxemia metabólica

Junto con otras infecciones locales comunes en vacas lactantes, la mamitis se destaca como una fuente importante de agentes inmunogénicos. La entrada y proliferación de patógenos en las glándulas mamarias, especialmente bacterias Gram negativas, conducen a la ruptura de las uniones intercelulares y a la apoptosis de células epiteliales (Wellnitz y Bruckmaier, 2021). Este daño, desencadenado por la respuesta inflamatoria inicial, puede agravarse debido a la abrasión y las lesiones que sufre el epitelio mamario durante el ordeñe (Herve et al., 2017), lo que intensifica el proceso inflamatorio. Como consecuencia, se compromete la barrera sangre-leche, permitiendo la entrada en circulación de LPS y otros antígenos exógenos que contribuyen al desarrollo de endotoxemia metabólica e inflamación sistémica (Khiaosa-ard y Zebeli, 2018; Horst et al., 2021). Además, el empeoramiento de la endotoxemia metabólica puede retrasar la respuesta de las células inmunitarias, como los neutrófilos, lo que facilita el desarrollo de otros focos de infección (Eckel and Ametaj, 2016). A esto se suma la aparente reducción en la inmunocompetencia de las vacas modernas, lo que facilita que las infecciones intramamarias, especialmente las causadas por bacterias Gram negativas, deriven en una respuesta inflamatoria a nivel sistémico (Lippolis et al., 202; Brink et al., 2023).

Por otro lado, cambios anómalos en las especies que componen la microbiota rumino-intestinal y/o en las transformaciones bioquímicas realizadas por esta (alteración conocida como *disbiosis*) pueden conducir a un número creciente de patologías inflamatorias y metabólicas (Garcia et al., 2017; Lee et al., 2022). Dado que los bovinos son herbívoros que han evolucionado durante millones de años alimentándose de forrajes, es probable que el uso de raciones ricas en carbohidratos rápidamente fermentables sea el principal factor abiótico promotor de la disbiosis y la endotoxemia metabólica en la mayoría de las explotaciones lecheras. Por ejemplo, se observó que las vacas alimentadas durante 20 semanas con una ración que contenía 60% de concentrado presentaban una mayor cantidad de LPS en circulación en las arterias y venas mamarias que sus contrapartes alimentadas con solo un 40% de concentrado (Jin et al., 2016). La exposición continua, o intermitente pero repetida, de los tejidos metabólicos como las glándulas mamarias a LPS y otras moléculas proinflamatorias termina desregulando su metabolismo (Elsasser et al., 2008; Smith et al., 2018). De hecho, cada vez hay más evidencia científica que demuestra que la disbiosis inducida por dieta puede provocar endotoxemia metabólica, inflamación sistémica e

intramamaria, así como una pérdida de capacidad metabólica de células epiteliales en las glándulas mamarias (Meng et al., 2022; Meng et al., 2023).

BIBLIOGRAFIA

Bauman, D. E., and W. Bruce Currie. 1980. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a eeview of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. J. Dairy Sci. 63:1514–1529. doi:10.3168/jds.S0022-0302(80)83111-0.

Baumgard, L. H., R. J. Collier, and D. E. Bauman. 2017. A 100-Year Review: Regulation of nutrient partitioning to support lactation. J. Dairy Sci. 100:10353–10366. doi:10.3168/jds.2017-13242.

Brink, A. A., et al., 2023. Effect of Holstein genotype on ex-vivo interleukin-1β response to lipopolysaccharide (LPS), lipoteichoic acid (LTA) and heat-killed Gram-negative and Gram positive bacteria. Vet. Immunnol. Immunopat. 258:110573. doi.org/10.1016/j.vetimm.2023.110573

Brown, R. E. 1969. The conversion of nutrients into milk. In: H. Swan and D. Lewis, editors. University of Nottingham Third Nutrition Conference of Feed Manufacturers. Churchill, London, UK. p. 23–42.

Cani, P.C., et al.. 2007. Metabolic endotoxemia initiates obesity and insulin resistance. Diabetes. 56:1761-1772. doi:10.2337/db06-1491.

Drackley, J. K. 1999. ADSA foundation scholar award: Biology of dairy cows during the transition period: The final frontier? J. Dairy Sci. 82:2259–2273. doi:10.3168/jds.s0022-0302(99)75474-3.

Eckel, E. F., and B. N. Ametaj. 2016. Invited review: Role of bacterial endotoxins in the etiopathogenesis of periparturient diseases of transition dairy cows. J. Dairy Sci. 99:5967–5990. doi:10.3168/jds.2015-10727.

Eder, J.M., et al. 2020. Lactation stage impacts the glycolytic funciton on bovine $CD4^+$ T cells during ex vivo activation. Sci. Rep. 10:4045. doi:10.1038/s41598-020-60691-2

Elsasser, T. H., T. J. Caperna, C. J. Li, S. Kahl, and J. L. Sartin. 2008. Critical control points in the impact of the proinflammatory immune response on growth and metabolism. J. Anim. Sci. 86:105–125. doi:10.2527/jas.2007-0634.

Garcia, M., B. J. Bradford, and T. G. Nagaraja. 2017. I nvited R eview : Ruminal microbes, microbial products, and systemic inflammation. Prof. Anim. Sci. 33:635–650. doi:10.15232/pas.2017-01663.

Herve, L., et al. 2017. Mammary epithelium disruption and mammary epithelial cell exfoliation during milking in dairy cows. J. Dairy Sci. 100:9824-9834.doi: 10.3168/jds.2017-13166.

Horst, E. A., S. K. Kvidera, and L. H. Baumgard. 2021. Invited review: The influence of immune activation on transition cow

health and performance—A critical evaluation of traditional dogmas. J. Dairy Sci. 104:8380–8410. doi:10.3168/jds.2021-20330.

Jin, D., G. Chang, K. Zhang, J. Guo, T. Xu, and X. Shen. 2016. Rumen-derived lipopolysaccharide enhances the expression of lingual antimicrobial peptide in mammary glands of dairy cows fed a high-concentrate diet. BMC Vet. Res. 12:1–10. doi:10.1186/s12917-016-0755-z.

Khiaosa-ard, R., and Q. Zebeli. 2018. Diet-induced inflammation: From gut to metabolic organs and the consequences for the health and longevity of ruminants. Res. Vet. Sci. 120:17–27. doi:10.1016/j.rvsc.2018.08.005.

Kronfeld, D. S. 1982. Major Metabolic Determinants of milk volume, mammary efficiency, and spontaneous ketosis in dairy cows. J. Dairy Sci. 65:2204–2212. doi:10.3168/jds.S0022-0302(82)82483-1.

Kvidera, S. K., E. A. Horst, M. Abuajamieh, E. J. Mayorga, M. V. S. Fernandez, and L. H. Baumgard. 2017. Glucose requirements of an activated immune system in lactating Holstein cows. J. Dairy Sci. 100:2360–2374. doi:10.3168/jds.2016-12001.

LeBlanc, S. J., K. D. Lissemore, D. F. Kelton, T. F. Duffield, and K. E. Leslie. 2006. Major advances in disease prevention in dairy cattle. J. Dairy Sci. 89:1267–1279. doi:10.3168/jds.S0022-0302(06)72195-6.

Lee, M. D., I. R. Ipharraguerre, R. J. Arsenault, M. Lyte, J. M. Lyte, B. Humphrey, R. Angel, and D. R. Korver. 2022. Informal nutrition symposium: leveraging the microbiome (and the metabolome) for poultry production. Poult. Sci. 101. doi:10.1016/j.psj.2021.101588.

Lippolis, J.D., et al. 2022. Effect of Holstein genotype on immune response to an intramammary *Escherichia col*i challenge. J. Dairy Sci. 105:5435-5448. doi:10.3168/jds.2021-21166.

Meng, M., et al.. 2022.A high-concentrate diet provokes inflammation, endoplasmic reticulum stress, and apoptosis in mammary tissue of dairy cows through the upregulation of STIM1/ORAI1. J. Dairy Sci. 105:3416-3429. doi:10.3168/jds.2021-21187.

Meng, M., et al.. 2023.A high-concentrate diet induces mitochondrial dysfunction by activating the MAPK signaling pathway in the mammary gland of dairy cows. J. Dairy Sci. 106:5775-5787. doi:10.3168/jds.2022-22907.

Smith, R. L., M. R. Soeters, R. C. I. Wüst, and R. H. Houtkooper. 2018. Metabolic flexibility as an adaptation to energy resources and requirements in health and disease. Endocr. Rev. 39:489–517. doi:10.1210/er.2017-00211.

Wellnitz, O., and R.M. Bruckmaier. 2021. Invited review: The role of the blood-milk barrier and its manipulation for the efficacy of the mammary immune response and milk produciton. J. Dairy Sci. 104:6376-6388. doi:10.3168/jds.2020-20029.

IMPACTO DE LA CALIDAD DE LOS ENSILADOS EN LA SALUD DE LA UBRE Y LA CALIDAD DE LA LECHE.

Alexandre Udina Bonet; director técnico ADIAL; alexudina@adial.es

Introducción

Para poder suministrar forrajes durante todo el año, la forma más económica y extendida actualmente es hacerlo en forma de ensilados. Este método de conservación de forrajes implica que puedan pasar algunos componentes del ensilado a la leche, como vitaminas, carotenoides o tocoferoles; también hay ciertos estudios, aunque insuficientes sobre el pasaje a leche de alcoholes, ácidos, estrógenos, ésteres, aldehídos o cetonas presentes en los silos, así como de terpenos y otros componentes volátiles que afectan el olor y el sabor de la leche. También pueden los ensilajes ser una fuente de microorganismos no deseables y que acaben contaminando la leche vía digestiva, fecal o ambiental, o bien de micotoxinas con efectos de inmunosupresión entre otros. Estos riesgos del ensilado a dar mal sabor u olor a la leche, los quesos o la mantequilla, y sobre todo el riesgo microbiológico asociado al uso de ensilados como fuente de esporas butíricas, ha hecho que en algunos casos se prohíba usar forraje ensilado en la ración de las vacas como en el caso del queso parmesano (D.O.P. Parmigiano Reggiano), un queso de maduración lenta con leche cruda. La contaminación de la leche por la presencia en los ensilados de bacterias del tipo bacilos, clostridios y listerias puede prevenirse con una buena acidificación del ensilaje con la fermentación láctica y con una buena estabilidad aeróbica del mismo. En los programas de calidad de leche se usan los recuentos de células somáticas del control lechero ya que hay una relación directa entre la mamitis y la respuesta inmunitaria. Se puede correlacionar con estos datos el efecto de la calidad de los ensilados en el RCS de la leche.

Ensilaje de calidad

Los objetivos de un ensilado son una rápida anaerobiosis junto a una bajada de pH para poder hacer como un “yogur” de forraje ensilado. Los azúcares de los forrajes deben transformarse en ácido láctico que es una forma eficiente de conservar la energía y además implica una bajada del pH que es lo que conservará a este silo, exactamente igual a lo que sucede en el yogur, en el que a pesar de su alto contenido en agua de más del 85% (igual que la leche ya que no hay mermas), es capaz de conservarse porque a un pH de 4 o inferior se impide el crecimiento de bacterias indeseables.

En función del tipo de forraje y de la materia seca hay distintas ensilabilidades o coeficientes de fermentación que vienen determinados por el contenido de ciertos nutrientes de ese forraje. La materia seca o la humedad, los azúcares, las cenizas y la proteína bruta son los que más influyen en la fermentabilidad. Las cenizas ejercen una acción tampón no deseable pues se opone a la necesaria acidificación además de ser una fuente de clostridios y otras bacterias. Los azúcares con una acción positiva son el sustrato imprescindible para una fermentación láctica. La materia seca y la proteína bruta pueden llegar a ser antagónicos con los criterios de calidad nutricional.

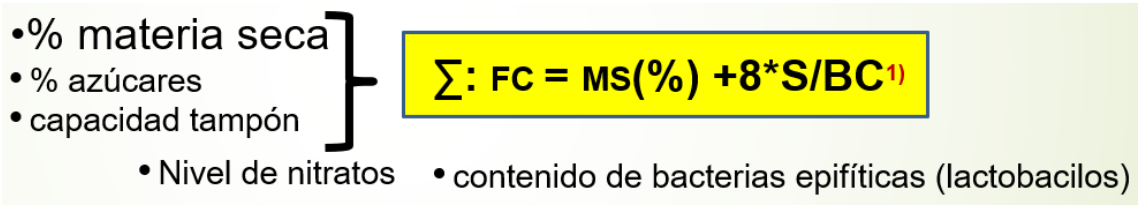


Fig. relación entre composición del forraje y fermentabilidad. 1) S/BC = Azúcar/Capacidad tampón

Se usa la fórmula de Haigh (distinta para cada forraje) para correlacionar según la materia seca, el pH al cual se conservará el ensilaje. A más humedad más actividad de agua, y por tanto más intensa será la fermentación y más debe acidificarse el silo para que no haya crecimiento de bacterias indeseables. Como ejemplo para el ensilado de raygrás, pHe: (0,0359 *MS)+3,44

%MS	pH	%MS	pH	% MS	pH
15	4,0	24	4,3	33	4,6
16	4,0	25	4,4	34	4,7
17	4,1	26	4,4	35	4,7

18	4,1	27	4,4	35	4,8
19	4,1	28	4,5	37	4,8
20	4,2	29	4,5	38	4,8
21	4,2	30	4,5	39	4,9
22	4,3	31	4,6	40	4,9
23	4,3	32	4,6		

Tabla del pH de conservación del ensilado de raygrás según MS / pH óptimo

Las buenas pautas de manejo son imprescindibles para tener un silo de calidad nutricional y microbiológica. Los dos grandes objetivos por controlar en un ensilado son la fermentación (fase anaeróbica) y la estabilidad aeróbica (fase aeróbica), es decir todas las acciones de manejo deben dirigirse al objetivo de asegurar una buena fermentación láctica y a que el silo no se caliente una vez abierto. Como recordatorio de algunas de estas pautas de manejo donde hay que insistir en hacer las cosas bien: desbrozado, semillas, fertilización, momento óptimo de corte, altura de corte, tiempo de acondicionado, manejos para reducción de tierra, picado, pisado y compactación, tiempo de cierre, sellado, manejo del frente y del avance, etc.

Tipo de fermentación ensilados	Productos	Recuperación MS/energía
homoláctica	láctico	100/99
heteroláctica	láctico, acético, CO_2	76/98
butírica (clostridios)	butírico, NH_3, aminas, CO_2	49/82
acética (enterobacterias)	acético, etanol, NH_3, CO_2	95/83
alcohólica (levaduras)	etanol, CO_2	51/99

Las fermentaciones principales que se dan en un ensilado son la láctica, la butírica, la acética y la alcohólica. También se da de forma minoritaria la fermentación propiónica. Solo la láctica es eficiente y beneficiosa, siendo la peor tanto en pérdidas de MS y de energía, como en efectos sobre la salud de las vacas, la butírica, que va asociada a clostridios y aminas en el silo. Se limita a 50 g/vaca/día el total de ácido butírico que pueden ingerir para evitar problemas.

Microbiología del ensilado

En el forraje hay una cantidad de microorganismos propios de la planta que son lo que se denomina microbiota epifítica y que es muy variable dentro de un mismo forraje y entre distintos forrajes. Las contaminaciones por tierra (cenizas externas), por cañotos de maíz de un mal desbrozado, por restos de purín, por impurezas y malas hierbas en el campo o un mal manejo del acondicionado pueden modificar esta composición de bacterias, levaduras y mohos, pero es en el proceso de anaerobiosis del forraje donde las fermentaciones modificarán esta composición y los metabolitos que se produzcan.

Grupo de microorganismos epifíticos	Ufc/g forraje fresco
Bacterias aerobias totales	>10.000.000
Bacterias ácido lácticas (BAL)	10-1.000.000
Levaduras	1000-100.000
Mohos	1000-10.0000
Clostridios (endosporas)	100-1.000
Bacilos (endosporas)	100-1.000
Bacterias ácido acéticas	100-1.000
Enterobacterias	1.000-1.000.000

Bacterias ácido propiónicas	10-100

Tabla: típicas poblaciones bacterianas y fúngicas en forrajes antes de ensilar. F.Driehuis et al. (2003)

Las bacterias ácidos lácticas son las responsables de la acidificación y transformación de azúcares en láctico, y por tanto son las deseables para tener la fermentación deseada. Dentro de las LAB hay homofermentativas como *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Enterococcus*, *Lactococcus* y *Streptococcus*. Algunas cepas de Lactobacilos son heterofermentatiavs al igual que los *Leuconostoc*.

Algunas bacterias del ensilaje como los bacilos, los clostridios o las listerias, pueden contaminar la leche y reducir la vida útil de leches tratadas térmicamente o ser también un problema de salud pública.

Clostridios: bacterias gram+ que son anaerobias y forman esporas. Los clostridios sacarolíticos como *Clostridium butyricum, C.Beijerinckii* y *Clostridium tyrobutyricum* fermentan carbohidratos en los ensilados, mientras que los proteolíticos como *Clostridium sporogenes*, *Clostridium bifermentans* o *Clostridium botulinum* degradan aminoácidos y producen aminas y CO_2. En el caso de *C. tyrobutyricum* es de los más estudiados en los ensilados por su impacto en la calidad de los quesos, ya que es relativamente tolerante al ácido y puede fermentar lactato, de modo que usa dos moléculas de láctico para producir una de butírico + 2 CO_2. Así desde el punto de vista de la calidad de la leche, si hay esporas de clostridio en los ensilados estas son ingeridas por la vaca con la ración y pasan el tracto digestivo para ser eliminadas por las heces. Si hay una contaminación fecal de las ubres (Burtscher, 2023), las esporas pueden entrar en la leche y luego en el queso provocar hinchazones tardías. La prinicipal fuente de esporas de clostridios en la leche son los silos mal conservados (Stadhouders & Spoelstra, 1990; Vissers, Driehuis, TeGiffel, De Jong, & Lankveld, 2007a, Vissers, Driehuis, TeGiffel, De Jong, & Lankveld, 2007b; Zucali et al., 2015; Driehuis et al., 2016; Borreani et al., 2019)

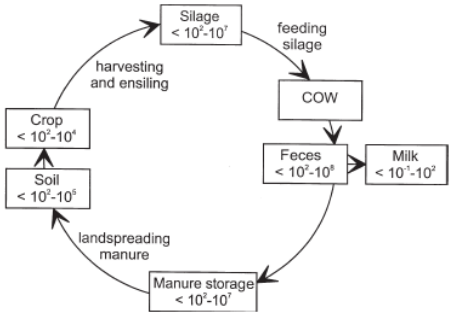


Fig.esquema del ciclo de las esporas de clostridio en granja de vacas de leche con ensilados. Pahlow et.al (2003)

El uso de nitrito sódico en el ensilado o en el queso (para eliminar esporas de clostridios) puede ser una solución, así como las condiciones de procesamiento y centrifugación de la leche y la limitación del nº de esporas presentes según el tipo de queso a producir (serán más susceptibles los quesos de maduración larga). Por esta razón no se permite usar ensilados en la alimentación de las vacas para producir los quesos Parmesano (Italia) o Emmental (Baviera y Suiza).

Tipo de queso	Aditivo (en queso)	Máximo de esporas
Gouda	No	0,01
Gouda	2,5 g/100 l Nitrito sódico NO_3	1
Gouda	5,0 g/100 l Nitrito sódico NO_3	20
Grana Padano	lisozima	0,3
Danbo	lisozima	5-10
Parmesano	No permitido	0,01
Cheddar	No	>1000

Tabla con estimación del nº aceptable de esporas de *C.tyrobutyricum* en leche para quesos (Stadhouders, 1990)

Un caso aparte sería la presencia de *Clostridium botulinum* en un ensilado, normalmente a causa de algún animal muerto, ya que la toxina botulínica puede ser mortal para las vacas y es un problema muy grave de salud pública. También puede haber *Clostridium perfringens*, poco frecuente en el ensilado, pero que produce toxinas y es otro problema de salud pública.



Fig. esquema de la transmisión de esporas de *Clostridium*, *Bacillus* y *Paenibacillus* de silo a leche (Adial 2024)

Bacilos: hay numerosas especies de *Bacillus* aisladas de los ensilados, pero es *Bacillus cereus* el causante del deterioro de la leche y productos lácteos ya que sus esporas sobreviven a la pausterización. Es un anaerobio facultativo y se considera que para que la leche pasteurizada tenga al menos 7 días de vida útil, no puede haber más de 10^3 esporas/ml en tanque de leche. En el ensilado el crecimiento de *B.cereus* se da en las fases avanzadas de deterioro aerobio, y la transmisión de esporas vía heces es la principal causa de contaminación del tanque de leche (Vissers et.al,2007). También el género *Paenibacillus spp.* está presente en el silo y puede dar problemas de esporas en la leche (Driehuis, 2016).

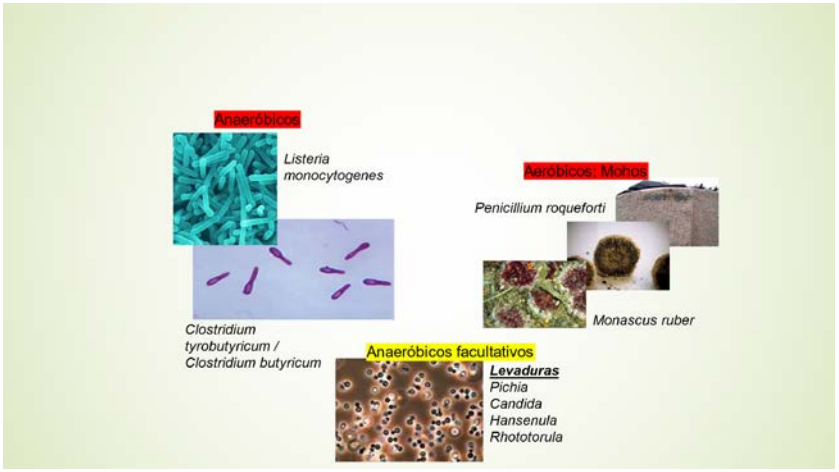


Fig.Contaminación en el silo: presencia de bacterias y hongos (mohos y levaduras)

Listeria: los ensilados pueden ser también una importante fuente de contaminación de *Listeria monocytogenes*, una bacteria anaerobia facultativa, cuya presencia en silo se asocia a un proceso de deterioro aeróbico, y que es un patógeno para las personas. Todos los estudios indican que su presencia en silos de mala calidad va correlacionada con el pH (según estudio de Vilar et.al, 2007, en ensilados con pH superior a 4,5 había un 29,5% de positivos a Listeria por sólo un 6,2% de presencia con pH <4,5). Con su presencia en silos, también estará presente en las heces de las vacas y una mala higiene o errores en la rutina de ordeño, como por ejemplo no poner las vacas con mamitis al final del ordeño, pueden causar la contaminación de las ubres y del tanque de la leche. Se deben mejorar las condiciones ambientales de la granja, la higiene y las rutinas de ordeño para controlar su presencia en el tanque de leche.

Enterobacterias: forman parte de la microbiota epifítica de los forrajes, y son indeseables ya que como son anaerobias facultativas pueden competir con las LAB al inicio de la fermentación. Además, pueden producir según las cepas, desde acético hasta NH_3 por degradación de proteínas. En los ensilados suele haber presencia de *Erwinia herbicola*, *Enterobacter agglomerans*, *Escherichia coli, Serratia fonticola* o *Klebsilella*.También hay que considerar el riesgo de endotoxinas

producidas por algunas enterobacterias.

Levaduras: hongos unicelulares y microscópicos, aunque en algunos casos forman micelios y colonias que se observan como puntos blancos en el ensilado. Son las principales responsables del deterioro aeróbico en los ensilajes, aunque también en condiciones anaeróbicas son capaces de fermentar y producir etanol y otros alcoholes. Las cepas más habituales de levaduras en los forrajes son Candida, Hansenula, Rhototorula y Pichia. Con el monitoreo de la temperatura del silo se puede detectar un proceso de inestabilidad aeróbica por levaduras (cuando hay inversión de la Tª, es decir esta es más elevada en la periferia que en la zona central).

Hongos: Los hongos macroscópicos y pluricelulares que crecen en los forrajes son los mohos o floriduras, que pueden ser toxigénicos y producir micotoxinas en el forraje, ya en el campo o bien durante la conservación (ensilado y desensilado). Son aerobios y por tanto su crecimiento se dará en presencia de oxígeno, y pueden clasificarse según la coloración que presenten. Suelen venir de la contaminación en el forraje pero también pueden ser ambientales, y tendrán crecimiento en las zonas menos compactas del silo (tercio superior o últimas capas).

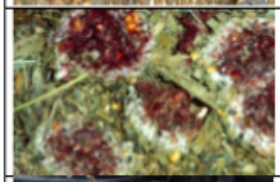
	HONGOS BLANCOS			
	Geothricum spp	No	inapetencia	aspecto podrido
	Byssochlamys spp	Patulina	probl.rumen, meteorismo	aspecto compacto
	Mucorales spp	No	inapetencia	puntos negros
	Rhizopus spp	NS	-	aspecto difuso
	HONGOS VERDES-GRIS/Blancos			
	Penicillium spp	Ocratoxinas, ácido micofenólico	inapetencia / inmunosupr.	verdoso por el aire
	Penicillium verdicatum	Citrinina, ocratoxinas	diarreas, temblores, apatía	color verde
	Penicillium urticae (patulum)	Patulina	neurotóxica	color grisáceo
	Aspergillus flavus	Aflatoxinas (aflatoxina B1)	inmunosupresión	color verde amarillo
	HONGOS AZULES-GRIS/Blancos			
	Penicillium spp	Ocratoxinas, patulina	diarreas, apatía, daño renal	color azul gris
	Penicillium roqueforti	Roquefortina C	probl. locomotores, diarrea	típico gris
	Penicillium citrinin	Citrinina	probl. renales	aspecto compacto
	Aspergillus fumigatus	NS ?, Toxina neurotóxica	abortos, prob.pulmonares	aspecto difuso
	HONGOS ROJOS			
	Fusarium spp	Zearalenona, DON, T-2, fumonisinas	Diarreas, inmunosupresión	aspecto algodón
	Gibberella zeae	Zearalenona, Vomitoxina (DON)	prob.reprod./ inapetencia	blanco inicialmente
	Monascus ruber	Monaculina K	disfunción ruminal	rojo fuerte (sangre)
	Penicillium rubrum	Rubratoxinas (A, B)	hemorragias, inmunosupr.	
	HONGOS AMARILLOS-NARANJAS			
	Aspergillus spp	Aflatoxinas	inmunosupresión	aspecto difuso
	Aspergillus glaucus	Aflatoxinas	probl.digestivos y reprod.	color anaranjado
	Aspergillus flavus	Aflatoxinas	abortos, inmunosupresión	color amarillo verdoso

Tabla de identificación de hongos (mohos) en ensilados y efectos. Adial (2021)

Aminas biógenas

Los problemas de una mala fermentación en los ensilados se asocian sobre todo al efecto proteolítico de los clostridios, que degradan los aminoácidos a aminas biógenas, ácido gamma-aminobutírico (GABA), amoníaco (NH_3) y ácido isobutírico o n-butírico (ácido butírico).

Tanto amoníaco como ácido butírico se producen durante la degradación de los aminoácidos mediante la desaminación (eliminación del grupo amino), mientras que las aminas biógenas se forman por la descarboxilación, es decir se libera un grupo carboxilo (COOH). Estas aminas son compuestos nitrogenados y se denominan “biógenas” porque se producen por la acción de organismos vivos (por enzimas microbianos); realmente las aminas biógenas también se generan por la acción de enterobacterias y bacterias ácido-lácticas (BAL), aunque el efecto de los clostridios proteolíticos es el que mayor incidencia tiene en los niveles de aminas del ensilado. La presencia de aminas biógenas indica que el N amoniacal es producido por una proteólisis bacteriana debido a una mala fermentación y no por una proteólisis enzimática en el acondicionado o presecado, es decir es una forma de diferenciar si el N amoniacal ha sido producto de un exceso de secado o bien de un problema de mala fermentación.

Las principales aminas biógenas en los ensilados son la putrescina, la cadaverina, la histamina, la feniletilamina, la triptamina y la tiramina. La suma de todas estas debe ser inferior a 5g/kg MS en cualquier tipo de silo según las recomendaciones del LKS de Alemania (Hoffman, 2012). Las aminas biógenas tienen efectos negativos en la salud de las vacas y en la fertilidad. Según estudios de Ulbrich (2004) y de Hoffmann (2005), los efectos principales de las aminas biógenas en las vacas son: efecto vasoactivo (por la tiramina, triptamina y feniletilamina) que provoca desórdenes en el flujo de sangre a los capilares, lo que se asocia a problemas podales (laminitis); destrucción de mucosa digestiva (afectando a rumen e intestino) y destrucción de mucosa de los órganos genitales, que se asocia a problemas digestivos y a problemas de fertilidad; efecto inmunosupresor (sobre todo por el efecto de la histamina); y aumento de la presión sanguínea. Diversas publicaciones (Lingaas, 1992; Krizsan, 2007) recopilan estudios sobre reducción de la ingesta según distintos niveles de aminas en el ensilado, con una clara correlación positiva entre la dosis y el efecto (ej. con 16 g aminas biógenas/kg MS se reduce un 26% la ingesta y con 7 g aminas biógenas/kg MS se reduce un 7% la ingesta). A más aminas más efecto en la reducción ingesta. Existen otros estudios sobre la influencia de las aminas y del amoníaco en la ingesta donde no se observaron efectos (M.Van Os, 1994), pero se llegó a la conclusión que el tipo de aminas y la cantidad sí es importante para este efecto sobre la ingesta. En estos estudios se usaron mezclas de cadaverina, histamina, putrescina y tiramina añadidas a los niveles ya presentes en el silo, y en las conclusiones se incide en la relación entre efectos y cantidad de aminas.

En cuanto a sus efectos negativos, hay que considerar que las aminas además de poder ser ingeridas a través de los alimentos, también pueden producirse en el animal, por ejemplo en el rumen cuando hay un problema de acidosis (Aschenbach, 2000). A bajas concentraciones tienen un papel importante en el desarrollo de funciones metabólicas y fisiológicas, pero a altas concentraciones pueden tener efectos negativos. Por eso en alimentación humana la Unión Europea ya ha establecido unos límites máximos de contenido en los alimentos, que para la histamina es de 100 mg/kg.

Otro efecto de las aminas es el mal olor del ensilado, que en presencia de cadaverina y putrescina olerá a rancio y pútrido, muy desagradable.

Concentración aminas*	Comentarios
< 5 g/kg MS	Niveles aceptables, aunque se han descrito algunos efectos negativos con sólo 1 g/kg MS o 2 g/kg MS
5 a 15 g/kg MS	Niveles altos, indica degradación de aminoácidos por microorganismos, con influencia negativa sobre la ingesta, producción de leche y problemas de salud
>15 g/kg MS	Niveles muy altos, con influencia muy negativa en ingesta, producción y salud. No debería usarse el ensilado en la ración.

*Suma de putrescina + cadaverina + histamina + feniletilamina + triptamina + tiramina

En alimentos como las carnes y pescados, la presencia de aminas se relaciona con el deterioro microbiano y es un indicador de la frescura del alimento; en el queso las aminas se deben a un mal estado higiénico y a la actividad no deseada de bacterias durante el proceso de maduración.

Control e interpretación de los VOC en los ensilados: alcoholes y ésteres

Se han encontrado más de 200 compuestos orgánicos volátiles (VOC, Volatile Organic Compounds) en el silo de maíz. También pueden aparecer en otros forrajes ensilados, pero es en el maíz donde se encuentran en mayor diversidad y cantidad. Los etil ésteres son seguramente el fenómeno más problemático dentro de los VOC del silo y al que hay que prestar mayor atención, ya que perjudican de forma directa el consumo y la producción de las vacas, dando malos olores en el silo y pudiendo afectar en olor, color y sabor a la leche y a los derivados lácteos.

Los VOC incluyen una gran variedad de compuestos químicos en forma de gas que se evaporan con facilidad y que además pueden tener efectos adversos para la salud humana y los animales, es decir su presencia en el aire puede provocar alergias, problemas respiratorios, náuseas, irritaciones en la piel y ojos, inmunodepresión, etc. Otro ejemplo negativo es la reacción entre óxidos de nitrógeno y compuestos volátiles orgánicos que producirá ozono.

En los ensilados se producen distintos tipos de compuestos volátiles orgánicos (VOC) como los alcoholes (etanol, propanol, butanol), cetonas, aldehídos, monoterpenos, isoprenos, sesquiterpenos, compuestos sulfurados, ácidos carboxílicos y otros compuestos con carbonilo, y los comentados etilos o ésteres. No todos los compuestos tienen el mismo efecto perjudicial en la contaminación del aire o en efectos adversos para la salud, y aunque se debe intentar reducir su nivel global en cualquier tipo de ensilado, el foco de todos los estudios es intentar reducir los niveles de alcoholes (sobre todo etanol) y evitar la formación de ésteres.

Volatiles	Number of identified	H	HM	HMG	Prevailing volatiles
Hydrocarbons (C_6–C_8)	5	10	7	8	1-Hexene
Terpenes	3	0.6	0.4	0.3	Limonene
Alcohols (C_2–C_7)	8	50	24	7	Ethanol in H, HM; 1-pentanol in HMG
Aldehydes (C_2–C_9)	9	110	29	58	3-Methylbutanal in H, HM; hexanal in HMG
Ketones (C_3–C_8)	8	213	124	184	Propanone
Esters	4	1.3	1.9	1.2	Ethylacetate
Sulphur compounds	3	2.5	4.3	1.5	Dimethylsulphide
Total	40	388	191	260	Propanone

Fig. Analítica de VOC en leche de vacas alimentadas a base de heno(H), heno y silo de maíz (HM) o heno, silo de maíz y silo de hierba (HMG). Muestras de leche de granjas del norte de Italia. Toso et.al (2002)

Los compuestos azufrados tienen olores fuertes con estructuras del tipo tioles, sulfitos o disulfitos. El dimetilsulfuro se ha detectado en leche y quesos de animales alimentados con ensilados que lo contenían; tiene un olor característico que suele describirse como un olor parecido al de la col y resulta muy desagradable incluso a concentraciones muy bajas. El riesgo del dimetilsulfuro en los ensilados es que se ingiera justo antes del ordeño y pueda dar mal sabor a la leche.

Los ésteres se producen por dos vías distintas (vía química y vía microbiológica):

-vía química, con una reacción donde un alcohol (etanol, propanol) se combina con un ácido carboxílico (acético, láctico), dando lugar a un éster: Etanol + ácido acético = Etil Acetato; Etanol + ácido láctico = Etil Lactato; Propanol + ácido acético = Propil Acetato; Propanol + ácido láctico = Propil Lactato

Esta reacción se produce si hay alcoholes y ácidos carboxílicos de la fermentación, pH bajos y ausencia de oxígeno, así si el silo es muy húmedo y la intensidad de la fermentación muy alta, además de un pH muy ácido (muy bajo), en las zonas más compactadas (tercio inferior) puede darse esta reacción química. Los niveles de alcoholes son los que determinan que se pueda dar la reacción química, no los niveles de láctico o acético. Por tanto, niveles altos de etanol (por actividad de levaduras) pueden desencadenar esta formación de ésteres. Una opción de manejo sería aumentar la MS y evitar silos de maíz con alta humedad, intentando subir MS del 28% al 32-34%, sin poner en compromiso la estabilidad aeróbica ni la compactación, ni tampoco reduciendo la digestibilidad forraje si aumenta demasiado la MS. Y sobre todo reducir la actividad de levaduras, que son las que producen etanol, aunque para ello sea contradictorio con el aumento de MS que puede perjudicar a la estabilidad aeróbica.

-vía microbiológica, donde la composición epifítica del forraje es la que determina que se puedan producir alcoholes (fermentación por levaduras que producen etanol, fermentación por *Lactobacillus diolivorans* que produce propanol, etc.) y también se pueden producir directamente etilos por actividad metabólica de algunas levaduras, que son capaces de producir directamente ésteres. Por ejemplo hay un tipo de levaduras capaces de producir de forma directa etil acetato.

La formación de estos compuestos (ésteres) es indeseable porque reducen consumo, por su volatibilidad que dará malos olores y pérdidas por volatilización, pérdidas en digestibilidad y energía del silo, de modo que se tendrán que combinar pautas de manejo que reduzcan la actividad de las levaduras (productoras de etanol en la fermentación alcohólica) y la aplicación de aditivos de ensilaje con acción antifúngica (y más concretamente contra levaduras). De los alcoholes presentes en el ensilado de maíz, se debe reducir el nivel de etanol y propanol, desencadenantes de la reacción química que produce los ésteres. Cuando se inocula el ensilado con *Lactobacillus buchneri,* se favorece la formación de propilenglicol en detrimento del propanol, que además es otra forma de reducir el nivel de láctico y de transformar parte del acético en propanodiol. Los ácidos carboxílicos de la fermentación (láctico, acético, butírico) son también parte de la reacción, pero serán los niveles de alcoholes “malos“ (etanol, propanol) los que desencadenarán el fenómeno de los etil ésteres y propil ésteres, mientras que la formación de propilenglicol (propanodiol) reducirá los niveles de propanol y será positivo. El

problema de los niveles altos de etanol y de etil ésteres es sobre todo en los ensilados de maíz, pero puede darse también en los ensilados de hierba, dónde problemas de estabilidad aeróbica por levaduras también dan niveles de etanol altos y donde puede formarse otro alcohol, el butanol, así como otro ácido carboxílico, el butírico, que también pueden desencadenar la formación de otros ésteres: butil acetato, butil butirato o etil butirato.

Micotoxinas

A estos metabolitos tóxicos de los mohos, se les llama micotoxinas (del griego mykes, hongo; y del latín toxicum, veneno). En los ensilados pueden aparecer micotoxinas como la patulina, ácido micofenólico, roquefortina, fumitermorgens, cerruculogen, monacolinas, toxinas PR, ácido penicílico, marcfortinas, andrastinas, PR-iminas, PR-amidas, etc. En los henos, henolajes y ensilados más secos pueden aparecer toxinas de alternaria, ácido ciclopiazónico, ácido micofenólico, deoxinivanelol o vomitoxina, otros tricotecenos como T-2, HT-2, nivanelol, etc.

Se pueden diferenciar en micotoxinas de campo o de conservación, y en una analítica de la mezcla unifeed hay que tener en cuenta que no solo los ensilados pueden contener micotoxinas, sino que estas pueden estar presentes en el pienso concentrado u otras materias primas.

Piensos completos	AFB1	OTA	ZEN	DON	T-2	DAS	MAS	TAS	FMN
Vacas de leche	5	ND	250	250	100	ND	ND	ND	35000
Terneros cebo	10	ND	250	1000	ND	ND	ND	ND	15000
Terneros <4 m.	10	ND	250	1000	ND	ND	ND	ND	15000

Tabla concentraciones máximas recomendables de micotoxinas en µg/kg (ppb), Adial(2021). Adaptado de A.Gimeno

Algunos de los efectos por la ingestión de estas micotoxinas son gastroenteritis, cetosis, intestino hemorrágico, reducción funcionalidad ruminal y de adsorción intestinal, diarrea, problemas locomotores, inmunosupresión, daños renales, bajada de ingesta, etc.; unos de los efectos de estas micotoxinas una vez ingeridas es su efecto citotóxico sobre las células epiteliales, de modo que pueden desencadenar un problema en la integridad intestinal que favorezca la entrada a nivel sistémico de bacterias y toxinas que pueden pasar de sangre a leche.

La transferencia a leche de las micotoxinas afecta sobre todo a las aflatoxinas. Los niveles de Aflatoxina B1 en materias primas y piensos compuestos están legislados con unos protocolos de actuación según los niveles detectados sean inferiores a 5 ppp, entre 5 y 20 ppb o por encima de 20 ppb sms (eliminar de la cadena alimentaria). Aunque no hay una relación lineal entre los niveles de Aflatoxina B1 en piensos y sus metabolitos (aflatoxina M1) en leche, se considera que puede haber una transferencia a leche del 1%, pero en casos de inmunodeficiencia puede llegar al 10%. El metabolito M1 en leche se puede detectar en muestras de leche cruda en el tanque, en muestras de leche cruda en el centro lácteo o en leche o producto lácteo elaborado, y el límite legal está en 0,05 ppb. La transferencia a leche de otras micotoxinas como la DON, la zearalenona o la fuminisina se da en tasas de transferencia hasta 100 veces inferiores a las de la aflatoxina B (Driehuis et al. 2012).

El uso de un adsorbente de micotoxinas puede reducir la problemática, estando la bentonita 1m558 registrada en la U.E. para la reducción de aflatoxinas B1 en piensos, mientras que para otras micotoxinas de mayor tamaño o menos polaridad se pueden usar otros silicatos o bien β-glucanos de levadura y enzimas, para tener acciones de secuestro por polaridad, adsorción por tamaño de molécula o biotransformación enzimática. También reductores de citotoxicidad que mejoren integridad intestinal (carbohidratos refinados funcionales) o hepatoprotectores son una opción complementaria a tener en cuenta.

Intestino permeable (“leaky gut”)

Las capacidades del epitelio intestinal de formar una barrera selectiva que impida la entrada de toxinas, antígenos y patógenos del digestivo a la sangre, vienen determinadas por las uniones intercelulares, que sí deben permitir el paso de agua y nutrientes. Existe un sistema de defensa de la mucosa intestinal que es el tejido limfoide asociado al intestino (TLAI) y también hay un sistema nervioso entérico que regula estas funciones de adsorción, secreción y de barrera del intestino. Si

hay una disbiosis de la microbiota intestinal o un problema de inmunosupresión esta integridad intestinal puede fallar y entonces hay entrada a nivel sistémico de toxinas, micotoxinas, bacterias, etc. que pueden pasar de sangre a leche.

El concepto de intestino permeable, o "leaky gut" en inglés, se ha puesto de moda recientemente y sirve para explicar los problemas asociados el estrés por calor con el aumento de mamitis y problemas en la calidad microbiológica de la leche. Hay una sobreestimulación del sistema inmunitario con un aumento del RCS en leche asociado a este problema. El estrés térmico produce HSPs (proteínas de acción contra el calor) pero también una hipoxia en intestinos ya que la sangre fluye a la periferia y junto al estrés oxidativo hay una disfunción en las uniones estrechas haciendo el intestino permeable a la entrada a sangre de LPS que provocan una reacción inmunitaria.

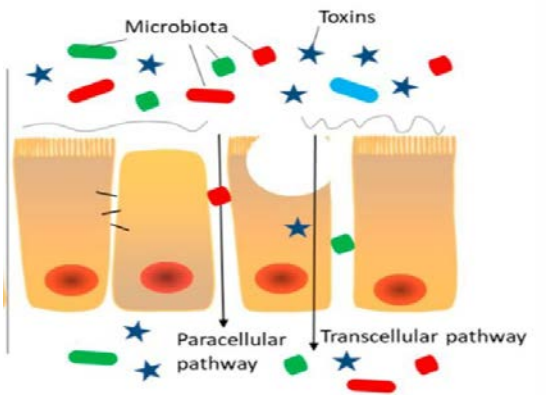


Fig. efecto de las toxinas sobre la integridad intestinal (Adial – A&H, 2023)

El estrés térmico o las micotoxinas, pueden comprometer la función de la barrera intestinal debido al estrés oxidativo, la disbiosis o el agotamiento de la capa de mucina. Esto afecta a la digestibilidad de los nutrientes, a la función inmunitaria y permite que las toxinas, LPS (lipopolisacáridos) y los patógenos se introduzcan sistémicamente. Este estrés puede comenzar con pérdida de apetito, trastornos digestivos, fatiga, letargo, pero si no se corrige, puede comprometerse la barrera intestinal (intestino permeable), causando infecciones sistémicas, inmunosupresión y pérdidas productivas. El estrés se ha asociado también con un aumento de la excreción de patógenos, lo que incrementa el riesgo de transmisión de infecciones verticales y horizontales (Danielo et al., 2020).

Casos prácticos del impacto de la calidad de los ensilajes en la calidad de la leche

Con los datos de control lechero, analíticas de calidad de leche y analíticas del microbiológico, de micotoxinas y del fermentativo de los ensilajes o de la mezcla, podemos relacionar en muchos casos el efecto negativo de ensilados de mala calidad con problemas de células somáticas altas y mamitis. No solo las cargas microbiológicas pueden tener un efecto de contaminación fecal o ambiental de las ubres y de la leche, también los efectos inmunosupresores de algunas micotoxinas o de aminas, el efecto citotóxico sobre las células epiteliales de las toxinas, así como el problema asociado al estrés calórico del intestino permeable, pueden dar un aumento de células somáticas en leche o favorecer infecciones secundarias. Se recogen algunos ejemplos prácticos en granjas de vacuno de leche en España 2021-2024 (Ej.) : Aumento de RCS en leche con la inclusión de ensilado de hierba en malas condiciones microbiológicas (2023); mamitis por *S.Uberis* en ración con altos niveles de vomitoxina (2023); Bajada de ingesta y aumento del RCS con el uso de un ensilaje con altos niveles de aminas biógenas (2021); esporas de clostridio en leche con el uso de bolas ensiladas de raygrás mal fermentadas (2021); aumento del RCS en mezcla unifeed con problemas microbiológicos asociado a los ensilajes (2022); aumento de células somáticas en granja con silo enmohecido (2021); aumento del RCS en verano con estrés calórico y mezcla TMR inestable (2023); rechazo de consumo con bajada de la calidad de la leche por ensilado de maíz con niveles altos de etiles (2021); mal sabor en leche con "olor a vaca muerta" por alimentación con ensilado de maíz mal conservado (2024); efecto inmunosupresor de micotoxinas en silos de grano húmedo de maíz con aumento RCS en leche (2024); etc.

Effects of moulded silage onto dairy cows / milk
(Illek & Matejicek 2001)

	sensoric perfect	partly moulded
milk (kg/cow d)	38,3	33,8
fat (%)	3,98	3,74
protein (%)	3,32	3,18
urea (mmol/L)	4,22	5,61
som. cells (No./ml)	163.000	276.000

Fig. efecto en RCS y calidad de leche de silo de maíz en buenas condiciones vs. silo de maíz parcialmente con mohos

Aditivos de ensilaje e higienización de la mezcla unifeed

Para la obtención de ensilados de calidad nutricional, con una buena fermentación láctica y sin problemas de inestabilidad aeróbica es necesario implementar unas buenas pautas de manejo y también se deben aplicar aditivos de ensilaje, de forma correcta según el tipo de forraje y las condiciones de materia seca. De igual forma que se dividían los objetivos de un buen ensilado en el control de la fermentación y el control de la estabilidad aeróbica, para los conservantes o aditivos de ensilaje también se pueden dividir según su acción sea para un efecto o para el otro.

-Ingredientes para el control de la fermentación: nitrito sódico, hexamina, ácido fórmico, formiatos (sales de á.fórmico), láctico, bacterias ácido lácticas (biológicos BAL homoferm.)

-Ingredientes para el control de la estabilidad aeróbica (antifúngicos): benzoato sódico, sorbato de potasio, ácido propiónico y sus sales, ácido acético, bacterias productoras de acético (biológicos BAL heterofermentativas).

En cuanto a la mezcla unifeed también se debe llevar un control analítico de su calidad microbiológica y usar productos higienizantes en polvo o en líquido con acción antibacteriana y antifúngica si es necesario.

Compuesto antinutricional	TMR
mohos (media)	10.000 ufc/g
mohos (objetivo)	<10 ufc/g
Levaduras (media)	1.000.000 ufc/g
Levaduras (objetivo)	< 100.000 ufc/g
Clostr.perfringens(media)	<10 ufc/g
Clostridium perfringens(obj.)	<10 ufc/g
Enterobacterias (media)	2.000 ufc/g
Enterobacterias (objetivo)	< 200 ufc/g

Fig. Tabla adaptada de Rock River Lab. sobre recomendaciones de niveles de hongos, levaduras, clostridios y enterobacterias en mezcla unifeed (TMR)

Conclusiones

Es importante tener ensilados de buena calidad nutricional y microbiológica, ya que un silo con problemas de fermentación o con deterioro aeróbico, puede causar problemas en las vacas que repercuten directamente en la calidad de la leche y en la salud de la ubre. Puede haber contaminación fecal o ambiental de esporas de clostridios y bacilos así como de otras bacterias procedentes del silo como Listerias o Coliformes, también puede haber efectos inmunosupresores de micotoxinas y aminas del forraje o bien transmisión vía digestiva en casos de incorrecta integridad intestinal. En el estrés calórico se da el problema del intestino permeable y además coincide en verano con altas temperaturas con recuentos de bacterias y hongos más altos en la mezcla, de modo que el riesgo de entrada de toxinas y bacterias a nivel de sangre y leche aumenta. Todas las medidas de mejorar la higiene y limpieza, así como el control analítico de la calidad fermentativa de los ensilados y la correcta

higienización de la mezcla unifeed con ácidos orgánicos de efecto bactericida y fungicida ayudarán a reducir los problemas de células somáticas en leche. Los efectos de inmunosupresión de aminas y toxinas pueden también provocar infecciones en la ubre por patógenos de la piel como *S.Uberis*, ambientales como *A.piogenes* o contagiosos como *S.aureus*, *S.agalcatiae*, etc.

Las correctas pautas de manejo en todo el proceso de ensilado y el uso de aditivos de ensilaje son una ayuda para tener silos de más calidad y reducir las problemáticas asociadas en la calidad de la leche.

Bibliografía

Auerbach,H., Oldenburg,E. y Weissbach, F. (1998). Incidence of *Penicillium roqueforti* and roquefortine C in silages. J.Sci.Food.Agr.,76: 565-572

Bava Luciana1, Stefania Colombini1, Maddalena Zucali1, Marilù Decimo2, Stefano Morandi2,Tiziana Silvetti2*, Milena Brasca2, Alberto Tamburini1, G. Matteo Crovetto1 and Anna Sandrucci1.1Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Università degli Studi di Milano, via Celoria 2, 20133Milan, Italy. 2Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari, CNR, via Celoria 2, 20133Milan, Italy. Received 24 May 2016; accepted for publication 19 June 2017: Efficient milking hygiene reduces bacterial spore contamination in milk. Journal dairy sicence.

Borreani G., F. Ferrero, D. Nucera, M. Casale, S. Piano, and E. Tabacco (2019); Department of Agricultural, Forest and Food Sciences (DISAFA), University of Torino, 10095 Grugliasco (TO), Italy: Dairy farm management practices and the risk of contamination of tank milk from *Clostridium* spp. and *Paenibacillus* spp. Spores in silage, total mixed ration, dairy cow feces, and raw milk. Journal Dairy Sc.

Brändle, J.; Heinzle, L.; Fraberger, V.; Berta, J.; Zitz, U.; Schinkinger, M.; Stocker, W.; Kneifel, W.; Domig, K.J. (2018). Novel approach to enumerate clostridial endospores in milk. Food Control 2018, 85, 318–326.

Burtscher J. et al. (2023): Importance of Pre-Milking Udder Hygiene to Reduce Transfer of Clostridial Spores from Teat Skin to Raw Milk. Microorganisms Journal 2023

Camarero, A., Aguado, B. y Udina, A. (2022) Ensilado de grano húmedo de maíz: riesgo y oportunidades. Vaca Pinta nº33, 2022

Claus, D. y Berkeley, R. (1986). The genus Bacillus. P.1105-1129

Dalié,D., Deschamps,A. , Richard-Forget, F. (2010). Lactic acid bacteria- Potential for control of mould growth and mycotoxins. Food control 370-380

Doyle, C. J., D. Gleeson, K. Jordan, T. P. Beresford, R. P. Ross, G. F. Fitzgerald, and P. D. Cotter (2015). Anaerobic sporeformers and their significance with respect to milk and dairy products. Int. J.Food Microbiol. 197:77–87.

Driehuis, F., Elferink,O. y Spoelstra, S.F. (2003). Microbiology of ensiling

Driehuis, F., Spanjer, M. (2008). Occurrence of mycotoxins in maize, grass and wheat silage for dairy cattle in the Netherlands. Food additives and contaminants, 41-50

Driehuis, F. et al. (2016). International Dairy Jorunal: Concurrence of spores of Clostridium tyrobutyricum, Clostridium beijerinckii and Paenibacillus polymyxa in silage, dairy cow faeces and raw milk.

Elferink, O. y Driehuis,F., Dep.Microbiology Groningen State University (The Netherlands). Silage fermentation processes and their manipulation. 2010.

Fink-Gremmels,J. (2008). Mycotoxins in cattle feeds and carry-over to dairy milk. Food contaminants, 25.

Huhtanen , J.I. Nousiainen, H. Khalili, S. Jaakkola, T. Heikkila *¨MTT Agrifood Research Finland, Animal Production Research, FIN-31600 Jokioinen, Finland.Received 19 February 2002; received in revised form 15 August 2002; accepted 16 September 2002: Relationships between silage fermentation characteristics and milk production parameters: analyses of literature data. Livestock Production Science

International Silage Conference, Finland (2012). Silage and the safety and quality of dairy foods: a review Frank Driehuis, *NIZO food research, P.O. Box 20, NL-6710 BA*

International Silage Summit, Leipzig (2012). The future of silage preservation

International Silage Summit, Leipzig (2016). Future challenges in modern silage production systems

Julien, M.-C., P. Dion, C. Lafreniere, H. Antoun, and P. Drouin (2008). Sources of clostridia in raw milk on farms. Appl. Environ. Microbiol. 74:6348–6357.

Kalac, Pavel (2010). The effects of silage feeding on some sensory and health attributes of cow's milk: A review. Food Chemistry

Katrin Gerlach (2016). The impact of silage quality parameters on feed intake

Kriszan, S.J. y A.T.Randby (2006). The effect of fermentation quality on the voluntary feed intake of grass silage by growing cattle fed silage as the sole source. J.Anim.Sci. 85, 984-996

Martin, N.H.; Kent, D.J.; Evanowski, R.L.; Zuber Hrobuchak, T.J.; Wiedmann, M. (2019). Bacterial spore levels in bulk tank raw milk are influenced by environmental and cow hygiene factors. J. Dairy Sci.2019, 102, 9689–9701.

Masiello, S. N., D. Kent, N. H. Martin, Y. H. Schukken, M. Wiedmann and K. J. Boor (2017). Longitudinal assessment of dairy farm management practices associated with the presence of psychrotolerant *Bacillales* spores in bulk tank milk on 10 New York State dairy farms. J. Dairy Sci. 100:8783–8795.

Míguez Vázquez, José Luis (2020). La calidad de lo imprescindible, Vaca Pinta nº18

Rodríguez Gómez, Juan Manuel (2023). La microbiota mamaria de la vaca. Xornadas Seragro 2023

Richardt, W. (2012). Silage quality and animal health. Conference 12th November in Lichtenwalde

Tabacco, E., S. Piano, L. Cavallarin, T. F. Bernardes, and G. Borreani (2009). Clostridia spore formation during aerobic deterioration of maize and sorghum silages as influenced by Lactobacillus buchneri and Lactobacillus plantarum inoculants. J. Appl. Microbiol. 107:1632–1641.

Udina Bonet, Alexandre (2020, 2021, 2022, 2023). Revista Vaca Pinta: Control e interpretación de los VOC en los ensilados. Formación de aminas biógenas en ensilados de raygrás. Higienización de la mezcla unifeed (TMR).

Urbach, G. (1990). Effect of feed on flavor in dairy foods. Journal of Dairy Science 73, 3639-3650

Weis, K. Formation of volatile organic compounds during the fermentation of maize as affected by sealing time and silage additive use (2019)

Zucali, M., L. Bava, S. Colombini, M. Brasca, M. Decimo, S. Morandi, A. Tamburini, and G. M. Crovetto (2015). Management practices and forage quality affecting the contamination of milk with anaerobic spore-forming bacteria. J. Sci. Food Agric. 95:1294–1302.

EMPLEO DE SUPLEMENTOS NUTRICIONALES PARTA REDUCIR LA PRODUCCIÓN DE METANO EN VACUNO LECHERO Y CÁRNICO

David R. Yáñez-Ruiz

Estación Experimental del Zaidín (CSIC), Profesor Albareda 1, 1800.8, Granada, España

A medida que el sector ganadero busca reducir sus emisiones de carbono para 2050 y poder cumplir con los objetivos del Acuerdo de París, las entidades comerciales y el sector académico han acelerado los esfuerzos para identificar oportunidades de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero y en particular la producción de metano (CH_4) entérico, que representa alrededor del 40 % de las emisiones totales de la producción lechera. El CH_4 se produce mayoritariamente en el rumen como consecuencia de la fermentación microbiana de carbohidratos de la dieta y su reducción representa una apuesta interesante para mitigar los efectos del cambio climático a corto/medio plazo ya que tiene un poder de calentamiento 28 veces superior al del CO_2 pero una vida media en la atmósfera mucho más corta, por lo que el beneficio de su reducción se haría efectivo en 10-15 años, frente a las del CO_2, que si bien son necesarias, requieren más de 100 años para tener resultados. De todas las intervenciones nutricionales consideradas para la reducción de las emisiones de CH_4 entérico, el uso de suplementos o aditivos para piensos con actividad inhibidora de la metanogénesis ruminal es la que ofrece mayor potencial (Arndt et al., 2022). Sin embargo, la consiguiente proliferación de productos que afirman reducir las emisiones, requiere una evaluación exhaustiva de la evidencia de que estos aditivos son efectivos y qué elementos hay que tener en cuenta para su valoración y empleo adecuado.

El objetivo de este trabajo es identificar aquellos suplementos y aditivos que han mostrado potencial para reducir las emisiones de CH_4 entérico y describir la efectividad, aplicabilidad y necesidades futuras de investigación que ayuden al sector de vacuno de leche a implementar su uso de la manera más rápida posible. Para ello cada aditivo se analiza en cuatro apartados: **i)** evidencia de efectividad, **ii)** modo de acción, **iii)** dosificación y **iv)** disponibilidad en el mercado y acciones necesarias para su implementación.

Los compuestos que reducen la producción de CH_4 en el rumen pueden clasificarse en 3 grandes grupos, atendiendo a la fase de la metanogénesis en la que ejercen su acción (Figura 1). Así podemos distinguir aquellos que 1) modifican el patrón de fermentación microbiana, generalmente produciendo menos hidrógeno (H_2), que es uno de los sustratos principales de la producción de CH_4, 2) los que actúan como sumideros alternativos de H_2, redireccionándolo a vías metabólicas diferentes al CH_4 y 3) los que inhiben directamente la actividad de las arqueas metanogénicas, que son los microorganismos responsables de la síntesis de CH_4 en el rumen.

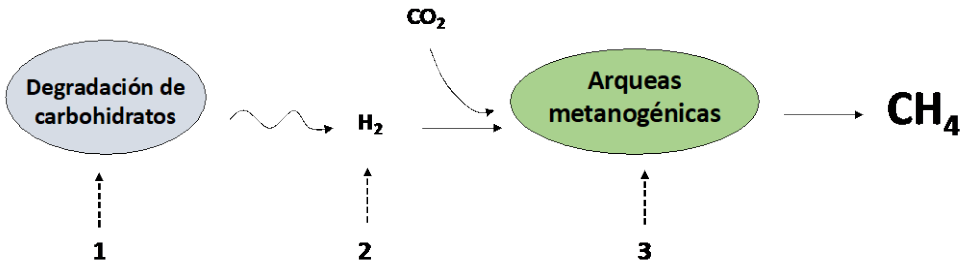


Figura 1. Representación de la producción de CH_4 en el rumen y las 3 etapas (1, 2 y 3) en las que pueden actuar los distintos aditivos.

1. Compuestos que modifican el patrón de fermentación ruminal

En este grupo se incluyen aditivos de naturaleza muy variada, en la mayoría de los casos a base de extractos de plantas, entre los que se pueden destacar aceites esenciales, taninos y saponinas, que pueden usarse de manera separada o en combinación.

Aceites esenciales:

Los aceites esenciales (AE) son compuestos aromáticos volátiles producidos por plantas como mezclas complejas de metabolitos secundarios. No son ácidos grasos sino compuestos hidrofóbicos (repelentes al agua), generalmente presentes en mezclas con 20 a 60 componentes que incluyen alcoholes, aldehídos, hidrocarburos, cetonas, ésteres y éteres. No son biológicamente esenciales para los animales, sino que, desde tiempos de la alquimia, se entendía que contenían la esencia (componentes esenciales del sabor/aroma) de la planta de la que se extraen.

i) Efectividad: En los últimos años se ha desarrollado un estudio intenso de los AE individuales (p. ej., cinamaldehído de la canela o alicina del ajo), así como de diversas mezclas de ellos, por lo que es difícil generalizar sobre la eficacia de este grupo heterogéneo de aditivos. En una revisión reciente, Cobellis et al. (2016) concluyeron que "los resultados más consistentes en la producción de CH_4 se observaron usando AE de tomillo, orégano, canela y ajo o sus componentes principales (timol, carvacrol, cinamaldehído y alicina respectivamente)". Sin embargo, el porcentaje de reducción medio observado es del 5 %.
ii) Modo de acción: Existen múltiples mecanismos por los cuales los AE puede influir en las emisiones de CH_4 entérico, siendo el principal la modificación del patrón de fermentación ruminal que generalmente incluye la reducción de la producción de H_2 y un incremento de la producción de propionato. Estos dos efectos se pueden producir mediante diferentes acciones que incluyen (Benchaar et al., 2008): reducción de la población de protozoos ruminales e incremento de bacterias productoras de propionato.
iii) Dosificación: La dosificación es variable dependiendo del producto en sí, y oscila entre 1 y 15g por animal y día (Belanche et al., 2020; Ahmed et al., 2019).
iv) Disponibilidad: Existen numerosos productos comerciales en el mercado a base de AE disponibles para su uso en alimentación animal. Sin embargo, hasta ahora ninguno ha sido registrado como *aditivo zootécnico* con beneficio declarado al medio ambiente bajo el paraguas de la EFSA (European Food Science Association), por lo que no describe el efecto específico sobre la reducción de la producción de CH_4, el mecanismo de acción y la persistencia de los efectos sobre un período prolongado de administración. Así, los productos disponibles están registrados como *aditivos sensoriales*, otra categoría que alude a la capacidad de modular las capacidades sensoriales del alimento y que no requieren estudios tan específicos y detallados como los de la categoría de aditivos zootécnicos. Este 'área gris' en el registro de ciertos aditivos debe ser abordado de manera urgente por las autoridades competentes para que el sector ganadero pueda evaluar la conveniencia de uso en cada tipo de sistema de producción.

Taninos y saponinas:

Los taninos son compuestos secundarios de las plantas que son ricos en fenoles y tienen una fuerte tendencia a unirse a las proteínas, lo que a menudo hace que no estén disponibles para la digestión y la absorción. Las saponinas son una clase de metabolitos secundarios vegetales con una gran diversidad de estructura y actividad biológica. Su estructura química consiste en una base de azúcar (p. ej., glucosa, galactosa, ácido glucurónico) unida a una aglicona hidrofóbica o sapogenina.

i) Efectividad: Un metanálisis realizado por Orzuna-Orzuna et al. (2021), con hasta 26 estudios en vacuno que emplearon extractos de taninos, observó una reducción en la concentración de nitrógeno amoniacal en el rumen (-5,9%), excreción urinaria de N (-3,0%) y digestibilidad de la materia seca (4,5%), sin afectar el rendimiento de los animales. La producción de CH_4 (por kg de MS ingerida) se redujo en un 5,9 %, y el efecto aumentó en los animales alimentados con taninos durante períodos más prolongados.
En el caso de las saponinas, Ridla et al. (2021) observaron analizando 17 estudios una reducción significativa del 8,6% en metano/kg DMI para dosis ≤0,5% de saponina, aunque también destacaron la variabilidad entre los estudios. Si las reducciones de metano se relacionan únicamente con la pérdida de protozoos del rumen por la ingesta de saponina, las reducciones de metano pueden ser transitorias, ya que el aumento de la actividad de otros miembros de la comunidad de arqueas metanogénicas no asociados con los protozoos puede devolver las emisiones a los niveles previos al tratamiento.

ii) Modo de acción: Los taninos se unen fuertemente a las proteínas en el rumen y esta es la razón principal por la que reducen la proteólisis y aumentan el flujo de proteínas hacia el abomaso y el intestino. Es probable que los mecanismos exactos para mitigar el CH_4 entérico varíen con la fuente de taninos, pero pueden incluir la inhibición directa de las arqueas metanogénicas, la inhibición de los protozoos, la unión a polisacáridos y proteínas, y un aumento en la producción de propionato (Verma et al., 2021). Las saponinas son los "detergentes naturales" con grupos degradantes de membrana que forman complejos con esteroles en las membranas celulares de los protozoos, provocando la lisis celular. Modifican la fermentación ruminal en gran medida al suprimir los protozoos ruminales y reducir la producción de H_2 en el rumen (Goel et al., 2008).

iii) Dosificación: Los taninos incluye un grupo de moléculas muy heterogéneo y la dosis depende del producto en sí y su composición, pero en general se recomienda una dosis de <40 g/kg MS de dieta. Las dosis más altas pueden inhibir el consumo de alimento y la digestibilidad de la MS. Jayanegara et al. (2012). Las saponinas se recomienda que no sobrepasasen una dosificación máxima de 0,5 % de la MS de la dieta para no comprometer la digestibilidad de la misma (Ridla et al., 20212)

iv) Disponibilidad: Extractos de taninos tanto hidrolizables como condensados y de saponinas de yuca y quillaja ya son productos disponibles comercialmente que se han utilizado como aditivos para piensos. Sin embargo, su aplicación hasta la fecha no ha sido orientada a la disminución de la producción de CH_4, por la falta de estudios confirmen su efectividad en un rango amplio de sistemas. Por esta razón aún no hay productos registrados bajo la categoría de aditivos zootécnicos con beneficio para el medio ambiente.

2. Sumideros alternativos de hidrógeno

Nitrato: El nitrato (NO_3) se suministra en forma de sales (nitrato de calcio) altamente solubles, se reduce fácilmente en el rumen en condiciones anaerobias. Su reducción a amoníaco (NH_3) utiliza H_2 que, de otro modo, se utilizaría en la producción de CH_4. También proporcionan una fuente de nitrógeno (en forma de NH_3) para la síntesis de proteína microbiana en el rumen. Sin embargo, existe cierto riesgo de toxicidad para el animal que depende de la dosis debido a la acumulación del nitrito (NO_2), que es un intermedio químico en el proceso de reducción de NO_3 y que puede ocasionar metahemoglobinemia. Para ello, también se ha desarrollado una formulación de liberación lenta en el rumen.

i) Efectividad: En base a la ecuación estequiométrica, un 1 % de NO_3 de la materia seca de la dieta reduciría la producción de CH_4 en un 12,5 % (por ejemplo de 20,7 a 18,1 g CH4/kg de ingesta de materia seca) para las condiciones de producción en pastoreo (Charmley et al., 2016). Este porcentaje sería mayor en las dietas suministradas en sistemas intensivos con más concentrados, donde el rendimiento de CH_4 ya es bajo. En un metanálisis reciente, Feng et al. (2020) observaron una reducción general de CH_4 del 11,4 % con un 1 % de inclusión de NO_3 o del 13,2 % si se emplea en formulación de liberación lenta. Cuando se ha empelado NO_3 de liberación lenta (para protegerlos de la toxicidad del NO_2), la aparición de NO_3 en las heces sugiere que el NO_3 no se liberaron adecuadamente en el rumen (Lee et al., 2017), por lo que su uso no está recomendado a día de hoy.

ii) Modo de acción: El mecanismo de acción se basa en la reducción microbiana de NO_3 a NH_3 que proporciona un sumidero de electrones (y de hidrógeno) termodinámicamente favorable en el rumen en comparación con la reducción de CO_2 a CH_4. En consecuencia, se puede predecir estequiométricamente que el NO_3 reduzca competitivamente la producción de CH_4, de modo que por cada mol (62 g) de NO_3 consumido, la producción de CH_4 se reduciría en un mol (16 g). Si bien esta relación estricta no siempre se observa, normalmente la mitigación ronda alrededor del 80 % de lo esperado por estequiometría.

iii) Dosificación: Debido a que el NO_2 acumulado puede ser tóxico para el animal una vez que pasa a sangre, (Villar et al., 2021), la dosis suele limitarse al 2% de la MS de la dieta. La dosis puede ser mayor si la microbiota del rumen se adapta a concentraciones crecientes de NO_3, pero para minimizar los riesgos para la salud animal como norma general se recomienda una inclusión del 1%.

iv) Disponibilidad: El nitrato de calcio está disponible para su uso en el mercado comercializado como ingrediente alimenticio, (Silvair®, Cargill) no como aditivo, ya que proporciona N extra a la dieta que puede convertirse en proteína microbiana en el rumen. Su uso aún no se ha extendido de manera notable en el sector, fundamentalmente por el coste que tiene, aunque la posibilidad de reducir parte de las fuentes de N de la dieta (soja o urea) y la evidencia mostrada en cuanto al nivel de reducción de la producción de CH_4 en sistemas que incentiven la mitigación, indican que su uso puede ser mayor en el futuro.

3. Inhibidores de las arqueas metanogénicas.

En este grupo de aditivos destacan la molécula 3 nitrooxypropanol (3-NOP) y las algas rojas del género Asparagopsis (*A. taxiformis y A. armata*).

3-nitrooxypropanol:

i) Efectividad: La literatura científica muestra una eficacia consistente de 3-NOP en la reducción de la producción diaria de CH4 y que existe una fuerte asociación lineal positiva entre la dosis de 3-NOP y el nivel de mitigación lograda, disminuyendo linealmente el CH_4/kg MS ingerida a razón de 0,41 por 1 mg de 3-NOP/kg de alimento. Se ha demostrado que con la dosis recomendada comercialmente 60-80 mg 3-NOP/kg MS se obtiene una reducción del 29 % en vacuno lechero (Dijkstra et al., 2018). La eficacia muestra cierta dependencia de la dieta, siendo mayor en las dietas bajas en forraje (Vyas et al., 2016).
ii) Modo de acción: El 3-NOP tiene una estructura química similar a la metil-coenzima M, que es parte del sistema enzimático necesario para la reducción de CO_2 a CH_4 en las arqueas metanogénicas y al acoplarse en el sistema enzimático bloquea la producción de CH_4. Tras esta interacción se produce NO_3 y NO_2, en última instancia, 1,3-propanodiol que se degrada en el rumen (Duin et al., 2016), por lo que no queda residuo en la leche.
iii) Dosificación: La dosis recomendada de utilización es de 60 mg/kg de MS ingerida.
iv) Disponibilidad: 3-NOP está disponible para su uso en la Unión Europea (Bovaer® DSM) tras la aprobación por EFSA y registro oficial como aditivo zootécnico para reducir la producción de CH_4 entérico en ganado lechero. Su uso está por ahora más orientado a sistemas de estabulación permanente donde existe un mayor control de la dieta y por tanto de la capacidad de dosificar el producto de manera adecuada.

Algas del género Asparagopsis:

Las algas rojas del género Asparagopsis (*A. taxiformis y A. armata*) son algas rojas de la familia Bonnemaisoniaceae, tiene unos 30 cm de altura y se encuentra en praderas de Posidonia y suelos rocosos.

i) Efectividad: La eficacia de Asparagopsis para reducir la producción de CH4 ha sido demostrada en condiciones laboratorio (Kinley et al., 2016) y en ovino, vacuno de carne y de leche (Roque et al., 2019; Stefenoni et al., 2021). La eficacia de las reducciones de metano ha variado entre estos estudios, debido a las diferentes raciones y sobre todo por las concentraciones variables de bromoformo (compuesto halogenado activo de la planta) en la Asparagopsis utilizada. Se han realizado dos estudios en vacuno lechero observando diferente grado de efectividad: Roque et al (2019) encontraron una reducción de CH_4 de hasta un 43 % cuando se incluyó 1,84 % de MS de Asparagopsis en la dieta, mientras que Stefenoni et al (2021) observaron reducciones de CH_4 de hasta un 80 % con una inclusión de 0,5 % de MS de la dieta.
ii) Modo de acción: En Asparagopsis, el compuesto halogenado bromoformo ($CHBr_3$) ha mostrado ser el principal compuesto que suprime las emisiones de metano (Machado et al., 2016). El bromoformo y otros análogos del metano halogenado, como el bromoclorometano (BCM), inhbiben la metanogénesis al unirse y secuestrar el grupo prostético requerido por la metil coenzima M reductasa (MCR), que en última instancia es responsable del último paso en la metanogénesis en las células de las arqueas metanogénicas (Wood et al., 1968).
iii) Dosificación: En base a los trabajos realizados se ha planteado que las tasas de inclusión de Asparagopsis no deberían exceder el 1 % de MS debido a las reducciones en el consumo de materia seca a niveles de inclusión más altos. Así, la mayoría de los estudios publicados recomiendan niveles de 0,2–0,5 % de MS de Asparagopsis en la MS de la dieta. La cuestión principal no es tanto el nivel de inclusión del alga, sino su contenido en bromoformo, que puede ser muy variable. El contenido de bromoformo en Asparagopsis que refleja la literatura comprende un rango entre 3,4 y 43 mg/g MS, y se pueden considerar valores adecuados alrededor de 10 mg/g en los actuales sistemas de cultivo (Glasson et al., 2022).
iv) Disponibilidad: Las algas del género Asparagopsis se obtienen tanto de la cosecha en el mar como de cría comercial en cultico, con un número creciente de productores que se desarrollan tanto en el hemisferio norte como en el sur. Las condiciones de preparación y almacenamiento son importantes para minimizar la volatilización del bromoformo. Así, el producto liofilizado es actualmente el que ofrece más garantías, aunque se están investigando otras formas de procesamiento, incluida una suspensión en aceite (Magnusson et al., 2002). Aun así, la mayoría de los productores se encuentran actualmente en la fase de desarrollo y están acumulando existencias para la venta comercial. Es importante resaltar tres aspectos: a) el uso de Asparagopsis para la mitigación del CH_4 entérico está protegido por patente controlada exclusivamente por la empresa

FutureFeed (https://www.future-feed.com/) y los proveedores comerciales deben tener una licencia de FutureFeed para su explotación comercial, b) aún se está investigando el proceso de degradación y metabolismo del bromoformo en el animal para descartar la existencia de residuos en los tejidos del animal que pueda representar un riesgo para la salud del consumidor (Glasson et al., 2022) y c) por ahora su uso entra en la categoría de ingrediente de la dieta pero no como aditivo zootécnico, lo que quizás suponga una barrera para su implementación en la UE en un futuro inmediato.

Conclusiones

La investigación de suplementos y aditivos alimentarios en la última década ha permitido el desarrollo de diferentes productos con potencial de reducir la producción de CH_4 entérico con diversos mecanismos de acción y efectividad en la reducción. Los principales productos incluyen aceites esenciales de plantas, taninos, saponinas, nitrato, 3-NOP y algas rojas del género Asparagopsis. La reducción que los compuestos pueden alcanzar oscila entre el 5 y 60 %, siendo las más altas para los inhibidores específicos de las arqueas metanogénicas (3-NOP y algas rojas). A pesar del potencial demostrado, existen aún algunas barreras normativas para algunos productos en cuanto al registro específico como mitigadores del CH4, lo que impide una implementación y uso generalizado en el sector de vacuno de leche europeo.

Agradecimientos

Bibliografía

Ahmed E, Fukuma N, Hanada M, Nishida T. The Efficacy of Mootral Supplementation on Methane Production and Rumen Fermentation Characteristics in Ruminants Fed Different Styles. In Review; 2021. https://www.researchsquare.com/article/rs-148722/v1. doi:10.21203/rs.3.rs-148722/v1

Arndt, C., A.N. Hristov, W.J. Price, et al., 2022. Full adoption of the most effective strategies to mitigate methane emissions by ruminants can help meet the 1.5 °C target by 2030 but not 2050. PNAS. 119:e2111294119.

Belanche A, Newbold C, Morgavi D, Bach A, Zweifel B, Yáñez-Ruiz D. A Meta-analysis Describing the Effects of the Essential oils Blend Agolin Ruminant on Performance, Rumen Fermentation and Methane Emissions in Dairy Cows. Animals. 2020;10(4):620. doi:10.3390/ani10040620

Benchaar C, Calsamiglia S, Chaves AV, Fraser GR, Colombatto D, McAllister TA, Beauchemin KA. A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. Animal Feed Science and Technology. 2008;145(1):209–228. (Enzymes, Direct Fed Microbials and Plant Extracts in Ruminant Nutrition). doi:10.1016/j.anifeedsci.2007.04.014

Charmley E, Williams SRO, Moate PJ, Hegarty RS, Herd RM, Oddy VH, Reyenga P, Staunton KM, Anderson A, Hannah MC. A universal equation to predict methane production of forage-fed cattle in Australia. Animal Production Science. 2016;56(3):169. doi:10.1071/AN15365

Cobellis G, Trabalza-Marinucci M, Yu Z. Critical evaluation of essential oils as rumen modifiers in ruminant nutrition: A review. The Science of the Total Environment. 2016;545–546:556–568. doi:10.1016/j.scitotenv.2015.12.103

Dijkstra J, Bannink A, France J, Kebreab E, van Gastelen S. Antimethanogenic effects of 3-nitrooxypropanol depend on supplementation dose, dietary fiber content, and cattle type. Journal of Dairy Science. 2018;101(10):9041–9047. doi:10.3168/jds.2018-14456

Duin EC, Wagner T, Shima S, Prakash D, Cronin B, Yáñez-Ruiz DR, Duval S, Rümbeli R, Stemmler RT, Thauer RK, et al. Mode of action uncovered for the specific reduction of methane emissions from ruminants by the small molecule 3-nitrooxypropanol. Proceedings of the National Academy of Sciences. 2016;113(22):6172–6177. doi:10.1073/pnas.1600298113

Feng XY, Dijkstra J, Bannink A, van Gastelen S, France J, Kebreab E. Antimethanogenic effects of nitrate supplementation in cattle: A meta-analysis. Journal of Dairy Science. 2020;103(12):11375–11385. doi:10.3168/jds.2020-18541

Glasson CRK, Kinley RD, de Nys R, King N, Adams SL, Packer MA, Svenson J, Eason CT, Magnusson M. Benefits and risks of including the bromoform containing seaweed Asparagopsis in feed for the reduction of methane production from ruminants. Algal Res. 2022;64:102673. https://doi.org/10.1016/j.algal.2022.102673

Goel G, Makkar HPS, Becker K. Changes in microbial community structure, methanogenesis and rumen fermentation in response to saponin-rich fractions from different plant materials. Journal of Applied Microbiology. 2008;105(3):770–777.

doi:10.1111/j.1365-2672.2008.03818.x

Jayanegara A, Leiber F, Kreuzer M. Meta-analysis of the relationship between dietary tannin level and methane formation in ruminants from in vivo and in vitro experiments. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 2012;96(3):365–375. doi:10.1111/j.1439-0396.2011.01172.x

Kinley RD, de Nys R, Vucko MJ, Machado L, Tomkins NW. The red macroalgae Asparagopsis taxiformis is a potent natural antimethanogenic that reduces methane production during in vitro fermentation with rumen fluid. Animal Production Science. 2016;56(3):282. doi:10.1071/AN15576

Lee C, Araujo RC, Koenig KM, Beauchemin KA. Effects of encapsulated nitrate on growth performance, nitrate toxicity, and enteric methane emissions in beef steers: Backgrounding phase. Journal of Animal Science. 2017;95(8):3700–3711. doi:10.2527/jas.2017.1460

Machado L, Magnusson M, Paul NA, Kinley R, de Nys R, Tomkins N. Dose-response effects of Asparagopsis taxiformis and Oedogonium sp. on in vitro fermentation and methane production. J Appl Phycol. 2016 Apr;28(2):1443–52.

Magnusson M, Vucko MJ, Neoh TL, de Nys R. Using oil immersion to deliver a naturally-derived, stable bromoform product from the red seaweed Asparagopsis taxiformis. Algal Research. 2020;51:102065. doi:10.1016/j.algal.2020.102065

Orzuna-Orzuna J, Dorantes-Iturbide G, Lara-Bueno A, Mendoza-Martínez G, Miranda-Romero L, Hernández-García P. Effects of Dietary Tannins' Supplementation on Growth Performance, Rumen Fermentation, and Enteric Methane Emissions in Beef Cattle: A Meta-Analysis. Sustainability. 2021;13(13):7410. doi:10.3390/su13137410

Ridla M, Laconi EB, Nahrowi, Jayanegara A. Effects of saponin on enteric methane emission and nutrient digestibility of ruminants: An in vivo meta-analysis. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021;788(1):012028. doi:10.1088/1755-1315/788/1/012028

Roque BM, Salwen JK, Kinley R, Kebreab E. Inclusion of Asparagopsis armata in lactating dairy cows' diet reduces enteric methane emission by over 50 percent. Journal of Cleaner Production. 2019;234:132–138. doi:10.1016/j.jclepro.2019.06.193

Stefenoni HA, Räisänen SE, Cueva SF, Wasson DE, Lage CFA, Melgar A, Fetter ME, Smith P, Hennessy M, et al. Effects of the macroalga Asparagopsis taxiformis and oregano leaves on methane emission, rumen fermentation, and lactational performance of dairy cows. Journal of Dairy Science. 2021;104(4):4157–4173. doi:10.3168/jds.2020-19686

Verma S, Taube F, Malisch CS. Examining the Variables Leading to Apparent Incongruity between Antimethanogenic Potential of Tannins and Their Observed Effects in Ruminants—A Review. Sustainability. 2021;13(5):2743. doi:10.3390/su13052743

Villar ML, Godwin IR, Hegarty RS, Erler DV, Farid HT, Nolan JV. Nitrate and nitrite absorption, recycling and retention in tissues of sheep. Small Ruminant Research. 2021;200:106392. doi:10.1016/j.smallrumres.2021.106392

Vyas D, Alazzeh A, McGinn SM, McAllister TA, Harstad OM, Holo H, Beauchemin KA, Vyas D, Alazzeh A, McGinn SM, et al. Enteric methane emissions in response to ruminal inoculation of Propionibacterium strains in beef cattle fed a mixed diet. Animal Production Science. 2015;56(7):1035–1040. doi:10.1071/AN14801

LA DECLARACIÓN DE DUBLÍN: REEQUILIBRAR EL DEBATE SOBRE LA GANADERÍA

Frédéric Leroy, Grupo de Investigación de Microbiología Industrial y Biotecnología Alimentaria, Vrije Universiteit Brussel, Bruselas, Bélgica; Correo electrónico: frederic.leroy@vub.be

Introducción

Como reacción a las descripciones, a menudo simplistas y llenas de eslóganes, de la ganadería como destructiva para la salud humana, animal y planetaria, en 2023 se estableció la Declaración de Dublín de los Científicos sobre el Papel Social de la Ganadería, en referencia a un número especial de la revista *Animal Frontiers* en el que se aportaban pruebas. Desde entonces ha sido respaldado por más de mil científicos.

Con la Declaración, se señaló que la ganadería debe protegerse de acusaciones infundadas y exageradas. Lo que no se defiende es el mantenimiento del *statu quo*, ya que existe una necesidad imperiosa de reformas sustanciales dentro del sistema alimentario. La perspectiva de Dublín se centra en la adopción de sistemas de producción más respetuosos con el medio ambiente, al tiempo que se pasa de una dieta dominada por los alimentos precocinados ultraprocesados a modelos alimentarios más sanos y ricos en diversidad. Sin embargo, es crucial reconocer que la distinción entre animales y plantas crea una falsa dicotomía, como si hubiera una compensación entre uno y otro. Cada dieta, así como cada sistema de producción agrícola, depende de manera crítica de la integración de ambos. Sin embargo, por diversas razones de beneficio comercial o ideológico, las campañas coordinadas culpan desproporcionadamente a la ganadería de muchos de los males del sistema alimentario mundial. Oponerse a este desequilibrio suele provocar la ferviente resistencia de una minoría ruidosa. A menudo, esto también va acompañado de agresivas acusaciones de parcialidad y corrupción en el sector.

Si los impulsores de la Declaración se sienten obligados a participar en este debate, y asumen el riesgo de verse expuestos a la hostilidad y la intimidación, es debido a sus responsabilidades académicas y cívicas de contrarrestar científicamente el radicalismo ideológico que podría provocar daños irreparables si se aplica. Para que quede claro: no se benefician económicamente de sus esfuerzos en modo alguno. Lo que sí reconocen algunos de los impulsores y firmantes es una participación activa con determinadas partes interesadas en el ámbito de la producción animal, lo que también es el caso de muchos, si no la mayoría, de los científicos que figuran en la lista de firmantes. Para algunos, esto también puede suponer la declaración de la financiación de sus investigaciones. No sólo es razonable, sino también esencial, que los académicos ofrezcan su experiencia y conocimientos de su ámbito de competencia a los agentes sociales, al tiempo que aprenden de ellos.

En la página siguiente se incluye una copia íntegra de la Declaración, para que los lectores de este artículo puedan tener una opinión fundada sobre su contenido y pertinencia. Esta reproducción de la Declaración va seguida de un resumen de algunos mensajes clave seleccionados de las pruebas publicadas en *Animal Frontiers*.

La Declaración de Dublín de los científicos sobre el papel social de la ganadería
Reproducido desde: https://www.dublin-declaration.org

Propósito de esta declaración

Los sistemas ganaderos deben avanzar apoyándose en criterios científicos de la más alta calidad. Dichos sistemas son demasiado valiosos para la sociedad como para ser objeto de la simplificación, reduccionismo o el fanatismo. Estos sistemas deben continuar siendo parte de nuestra sociedad, de la que cuentan con un amplio apoyo. Por ello, se ha pedido a la comunidad científica que faciliten pruebas fiables de su beneficio en la nutrición y en la salud, de su sostenibilidad, y de su relevancia sociocultural y económica; así como de ofrecer soluciones para las numerosas mejoras que se necesitan. Esta declaración tiene como objetivo dar voz a los muchos científicos, a nivel global, que generan conocimiento de una manera exitosa, diligente y honesta en diversas disciplinas, con la finalidad de ofrecer una visión objetiva del futuro de la ganadería.

Desafíos para la ganadería

Los sistemas actuales de producción alimentaria están encarando un doble desafío sin precedentes. Por un lado, existe una necesidad de incrementar la disponibilidad de alimentos derivados de la producción animal (carne, lácteos, huevos) para satisfacer los requerimientos nutricionales de unos tres mil millones de personas, para quienes las deficiencias nutricionales generan retraso en el crecimiento, anemia, emaciación y otras variedades de desnutrición. Al mismo tiempo, algunos métodos y la intensidad de la producción animal presentan desafíos relacionados con la biodiversidad, el cambio climático y el flujo de nutrientes; así como como para la salud y el bienestar animal, dentro del amplio espectro incluido en la estrategia "One Health". Con un elevado crecimiento demográfico, concentrado principalmente en poblaciones urbanas y socioeconómicamente vulnerables, y en donde gran parte de la población depende en un estilo de vida ganadero, encontrar soluciones basadas en la evidencia se vuelve aún más urgente, ya que los problemas de sostenibilidad y abastecimiento crecen de forma exponencial.

Ganadería y salud humana

Los alimentos derivados de animales de abasto suministran una gran variedad de nutrientes esenciales, así como de otros compuestos beneficiosos para la salud, los cuales escasean en la mayoría de las dietas a nivel mundial, incluso entre poblaciones con un alto nivel de ingresos. Personas con un elevado nivel económico pueden procurarse dietas equilibradas, aunque disminuyan notablemente el consumo de carne, lácteos o huevos. Sin embrago, este planteamiento podría no ser aconsejable para la población en general, especialmente para secciones de la población con altos requerimientos como la infancia, adolescentes, mujeres en gestación o lactantes, mujeres en edad reproductiva, la tercera edad, o aquellos con enfermedades crónicas. Evidencias científicas, del más alto nivel, en bio-evolución, antropología, fisiología o epidemiología recalcan que el consumo regular de carne, lácteos y huevos, como parte de una dieta equilibrada, es beneficioso para el ser humano.

Ganadería y medio ambiente

Los animales de granja y de pastoreo son irreemplazables para mantener un flujo circular de materiales en la agricultura, ya que son capaces de reciclar, de diversos modos la gran cantidad de biomasa no comestible que se genera como un subproducto durante la producción de alimentos que el hombre necesita para su dieta. Los animales de abasto están en una situación óptima para reincorporar estos materiales a su ciclo natural, a la vez que producen un alimento de alta calidad. Los rumiantes, en particular, son capaces de agregar valor a suelos que nos son adecuados para lo producción directa de alimentos. Es más, cuando los sistemas ganaderos se gestionan siguiendo los principios agro-ecológicos, se pueden producir muchos otros beneficios incluyendo captura de carbono, una mejora en la calidad del suelo y en la biodiversidad, protección de los recursos hídricos y la provisión de servicios de ecosistemas de relevancia. Mientras que el sector ganadero se enfrenta a desafíos tales como la explotación de los recursos naturales y el cambio climático, que son de importancia y que requieren una respuesta, una vía de acción única como la drástica reducción del número de cabezas podría incurrir en problemas medioambientales a gran escala.

Ganadería y socio-economía

Durante milenios la cría de ganado ha provisto a la humanidad de comida, ropa, energía, estiércol, trabajo, ingresos, así

como de activos, seguridad, aval y posición social. Los alimentos de origen animal son la fuente de proteínas de alta calidad con la mayor accesibilidad, así como de otros nutrientes, para la población mundial. Además, la posesión de ganado es la forma de propiedad privada de activos más común y establece las bases del capital rural financiero comunitario. En ciertas comunidades, el ganado es una de las pocas propiedades que las mujeres pueden poseer, y es un punto de inicio para la igualdad de género. Los avances en ciencia animal y las tecnologías asociadas están, actualmente, mejorando el rendimiento del ganado abarcando todos los aspectos ya mencionados de salud, medio ambiente y socio-económicos, a un ritmo más acelerado que en ninguna otra época de la historia.

Perspectiva para la ganadería

La civilización humana se ha edificado sobre la ganadería desde los inicios de la edad del bronce, hace ya más de 5000 años, siendo el pilar de la seguridad alimentaria de las sociedades modernas. La ganadería ha demostrado ser, durante milenios, un método eficaz para crear dietas saludables y asegurar un estilo de vida, basada en una sabiduría que está profundamente arraigada en los valores culturales en todos los rincones del planeta. La ganadería sostenible también proporcionará soluciones para los nuevos desafíos del momento: mantenernos dentro de los límites seguros de producción del planeta Tierra, la única Tierra que tenemos.

Mensajes clave de las pruebas

Modificado según Leroy & Ederer (2023), Nature Food
Todas las referencias citadas se pueden encontrar en Animal Frontiers vol. 13, número 2, abril de 2023

<table>
<tr><td colspan="3">La función de la carne y el ganado en el sistema alimentario</td><td rowspan="2">Cambio del sistema alimentario</td></tr>
<tr><td>Nutrición y Salud</td><td>Medio Ambiente</td><td>Sociedad y Ética</td></tr>
<tr><td colspan="3">Evitar la infravaloración de los beneficios</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>"La carne aporta proteínas de alta calidad y diversos nutrientes, algunos de los cuales no siempre son fáciles de obtener con dietas sin carne y que a menudo ya son subóptimos o deficientes en las poblaciones mundiales"

Leroy et al. (2023)</td><td>"Los animales bien gestionados funcionan como una parte integral y productiva de los sistemas agrícolas (ya que) pueden convertir cantidades masivas de biomasa no comestible [...], reciclar los nutrientes de las plantas de vuelta a la tierra, secuestrar carbono, mejorar la salud del suelo y ofrecer muchos servicios ecosistémicos"

Thompson et al. (2023)</td><td>"Aumentar la producción animal es la forma más fácil de alimentar suficientemente al mundo en el futuro"

Ederer et al. (2023)</td><td>"Es fundamental que las decisiones y las políticas se basen en pruebas y no en ideologías. La comunidad científica debe esforzarse por lograr los más altos estándares de evidencia"

Polkinghorne et al. (2023)</td></tr>
<tr><td colspan="3">Evitar la sobreestimación de los daños</td><td>Evitar socavar lo que funciona

“La ganadería ha demostrado ser, durante milenios, un método eficaz para</td></tr>
</table>

"Cuando el consumo de carne forma parte de patrones dietéticos saludables, las correlaciones perjudiciales tienden a desaparecer, lo que sugiere que es más probable que el riesgo dependa del contexto dietético y no de la carne en sí" Johnston et al. (2023)	"Las evaluaciones ambientales del sector ganadero se plantean con demasiada frecuencia en términos simplistas, haciendo uso de una selección miope de métricas y pasando por alto la heterogeneidad y las complejidades subyacentes" Manzano et al. (2023)	"Quitar prioridad al derecho de los humanos a la alimentación [...] en favor de los derechos de los animales y de la protección medioambiental actual y futura no es ni defendible ni necesario. En su lugar, deberían explorarse alternativas que protejan mejor a los animales, a las personas y al medio ambiente de daños previsibles y evitables" Croney & Swanson (2023)	crear dietas saludables y asegurar un estilo de vida, basada en una sabiduría que está profundamente arraigada en los valores culturales en todos los rincones del planeta” Declaración de Dublín (2023) **Evitar escenarios poco realistas** "A pesar de los miles de millones de dólares que se están invirtiendo en "agricultura celular", existen importantes retos técnicos, éticos, normativos y comerciales para conseguir que estos productos lleguen al mercado de forma generalizada" Wood et al. (2023)

Bibliografía

Una visión global de la actual narrativa contra la ganadería y la justificación de la Declaración:

https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1828051X.2023.2221696

Los vídeos de las ponencias de los expertos en la Cumbre de Dublín:
https://www.teagasc.ie/food/research-and-innovation/research-areas/food-quality-and-sensory-science/meat-technology/international-meat-summit

El número especial de Animal Frontiers, que incluye todos los artículos que hacen referencia a los "mensajes clave" antes mencionados:

https://academic.oup.com/af/issue/13/2

Nature Food commentary (Leroy & Ederer 2023):

https://www.nature.com/articles/s43016-023-00784-z

A response to criticism:

https://aleph-2020.blogspot.com/2023/11/opinion-piece-activist-tactics-and.html

¿CÓMO CONTABILIZAMOS LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE LA GANADERÍA EN LOS INVENTARIOS NACIONALES? OPORTUNIDADES DE INCORPORACIÓN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN

David R. Yáñez-Ruiz

Estación Experimental del Zaidín (CSIC), Profesor Albareda 1, 1800.8, Granada, España

Antecedentes

El aumento de la producción ganadera ocurrido en los últimos tiempos, se ha asociado a la modernización, la intensificación y el incremento del tamaño de las explotaciones. Esto supone, en principio, un mejor aprovechamiento de los recursos y una mayor eficiencia en la producción. Sin embargo, puede implicar unos efectos importantes sobre el medio ambiente, relacionados con la concentración de explotaciones en ciertas zonas.

Uno de los aspectos a tener en cuenta en relación a la problemática ambiental asociada a la ganadería es la contribución al calentamiento global a través de la emisión de Gases Efecto Invernadero (GEI), según describe el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (en adelante, IPCC) y tal como se cuantifica en concreto para la leche de vacuno para España (Del Prado y col., 2013; Mas y col., 2016), Europa (e.g. Bellarby y col., 2012) y globalmente (e.g. FAO, 2010). Siguiendo las recomendaciones de IPCC, el Sistema Español de Inventario y Proyecciones de Emisiones a la Atmósfera (SEI) elabora anualmente el Inventario Nacional de las Emisiones antropogénicas por fuentes y la absorción por sumideros, así como sus proyecciones, tanto para los gases de efecto invernadero como para otros contaminantes atmosféricos.

La producción de ganado puede traer como resultado emisiones directas de metano (CH4) resultantes de la fermentación entérica y emisiones de CH4 y de óxido nitroso (N2O) resultantes de los sistemas de gestión del estiércol del ganado. Además, la producción ganadera tiene asociada unas emisiones indirectas provenientes principalmente de la producción de piensos y fertilizantes de síntesis.

Las emisiones de CO2 provocadas por el ganado no se estiman porque se supone que las emisiones anuales netas de CO2 en el sector agrario equivalen a cero, asumiendo que el CO2 emitido a la atmósfera en la respiración es capturado en la fotosíntesis. No obstante, en el caso de los sistemas ganaderos ligados a pastos, se está trabajando metodológicamente para considerar el potencial de acumulación de carbono en suelo, al que estos sistemas pueden contribuir (Del Prado y col., 2013; Batalla y col., 2015).

Los rumiantes, y en especial el ganado vacuno, constituyen en España una fuente importante de CH4 proveniente de la fermentación entérica, aunque debería denominarse ruminal, debido a su gran población y a la alta tasa de emisión de tal gas, a partir de los procesos que tienen lugar en su sistema digestivo. Sin embargo, existen otras especies animales, monogástricas en este caso, que también contribuyen a la generación de metano durante la fermentación entérica; por ejemplo, cerdos y equinos que lo producen en el intestino grueso. Sin embargo, la producción de metano durante la gestión de estiércoles es muy similar entre todas las especies y depende de la fracción de sólidos volátiles presentes.

El Inventario de Contaminantes Atmosféricos también recopila la información relativa a las emisiones de NOx, SOx, NH3, COVNM, partículas, metales pesados y otros contaminantes atmosféricos, según lo previsto por el Convenio de Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia (CLRTAP) y la Directiva (UE) 2016/2284 de reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos. Para elaborar estos inventarios, en lo que respecta a la ganadería, es necesario proporcionar la información detallada siguiendo unos criterios concretos, recogidos en el “EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook“, cuya última versión es

de 2016.

Como en el caso de los GEI, la información necesaria para la elaboración de los inventarios exige un elevado nivel de detalle y

precisión.

Finalmente, pero no por ello menos importante, la actividad ganadera también contribuye al aporte de elementos al suelo y al agua que pueden tener un impacto ambiental y que es necesario cuantificar y gestionar adecuadamente. En concreto, los aportes de nitrógeno y fósforo presentes en las excreciones naturales pueden tener un impacto sobre el suelo y agua en forma de nitratos por encima de los niveles considerados seguros tanto desde el punto de vista sanitario como medio ambiental.

Objetivos

Para dar respuesta a los requerimientos internacionales, en el año 2004, el MAPA (MAGRAMA en aquel año) constituyó un grupo de trabajo para desarrollar una metodología para el cálculo de la excreta de nitrógeno y de las emisiones procedentes de las diferentes especies de la cabaña ganadera española.

Dicha metodología ya contempla las especies ganaderas de bovino, caprino, ovino, porcino blanco, porcino ibérico, avicultura de puesta y avicultura de carne, aunque está siendo actualizada en función del avance del conocimiento científico y de los cambios en la realidad productiva española con el objeto de cumplir con las obligaciones adquiridas, además de que debe ser difundida mediante su publicación.

El MAPA ha elaborado los documentos que se presentarán en el congreso, definiendo una metodología para obtener coeficientes propios en el sector de bovino de carne de España, aplicables a los censos disponibles, que permitan alcanzar el objetivo final de mejorar el "Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero" y el "Balance de Nitrógeno y Fósforo en la Agricultura Española". No se han buscado coeficientes solamente para la situación productiva actual, sino que se deben estimar coeficientes aplicables a una serie histórica que comienza en el año 1990, para lo que habrá que definir las condiciones productivas de cada época.

En la elaboración de esta metodología se ha buscado la representatividad, completitud, coherencia, transparencia y comparabilidad, que permitan satisfacer los requisitos de las Guías Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (IPCC-2006) y con las Guías Directrices conjuntas del Programa Europeo de Evaluación y Control de 2013 (EMEP/EEA-2013). Estas líneas directrices son elaboradas por el grupo de expertos de la Agencia de Medio Ambiente Europea y son compatibles y complementarias con las líneas Directrices del IPCC de 2006 (que posteriormente se han actualizado en las guías IPCC de 2019), lo que permite cumplir con las obligaciones de reporte del Sistema Español de Inventarios contraídas por España, para el sector del ganado vacuno.

La información que este texto proporciona permite abordar la estimación de las emisiones de NH3, NO, NO2, N2O, CH4, COVNM, así como la materia particulada (PM2,5, PM10 y TSP) con un nivel metodológico avanzado; (TIER III), para el CH4 proveniente de la fermentación entérica, (TIER II) para el NH3 y el CH4 de la gestión de estiércoles y el nivel TIER I para el resto de los compuestos.

Metodología

El procedimiento general para desarrollar las bases para la estimación de las emisiones de gases de la cabaña bovina, provenientes de la fermentación entérica y de la gestión de los estiércoles, se desarrolla en tres etapas, tal y como se ilustra la Figura 1:

- En la etapa primera se ha clasificado la **cabaña ganadera** según grupos y se establecen las características productivas y los censos a utilizar.

- En la etapa segunda se desarrolla el **balance alimentario**.

- En la etapa tercera se estiman los **coeficientes** para cada categoría del censo.

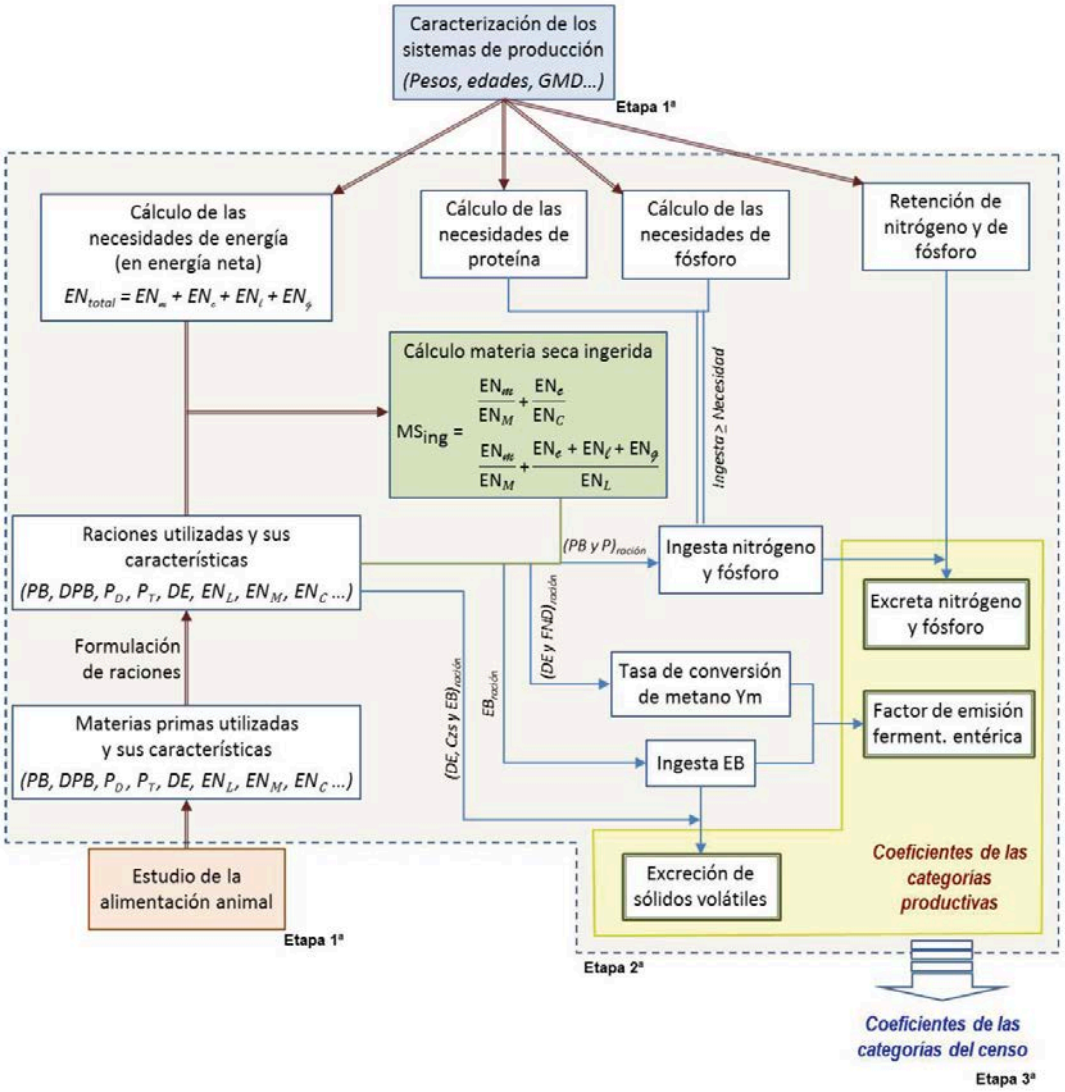


Figura 1. Representación esquemática de la metodología empleada.

En la presentación del congreso se describirá en más detalle las distintas etapas seguidas, las dificultades específicas del sector vacuno de leche y carne y, por último, se presentarán aquellas áreas de producción en las que existen oportunidades de intervención para reducir las emisiones, de manera que estas reducciones puedan ser contabilizadas.

CÓMO CUMPLIR CON LAS OBLIGACIONES MEDIOAMBIENTALES Y DE REDUCCIÓN/MITIGACIÓN DE EMISIONES CON LA MTDS – MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES – PARA BOVINO: DESARROLLO, RETOS Y EJEMPLOS

D. Odón sobrino

Los desafíos ambientales en la producción bovina son multifacéticos y tienen implicaciones significativas tanto para el ecosistema como para la sociedad humana. Estos desafíos surgen de varios aspectos relacionados con la actividad, incluidas las emisiones de gases contaminantes y de efecto invernadero, el uso de la tierra, el consumo de agua y la pérdida de biodiversidad.

La percepción social de la producción bovina también presenta desafíos. La percepción pública sobre los impactos ambientales negativos de la ganadería bovina, condicionada por los medios de comunicación, los líderes de opinión, las redes sociales, los organismos de investigación, las encuestas y las campañas de información, que en ocasiones son de desinformación, ha aumentado en los últimos años, lo que ha generado crecientes preocupaciones sobre su sostenibilidad y el bienestar animal. Las percepciones negativas sobre la producción bovina pueden influir en el comportamiento del consumidor, las regulaciones gubernamentales y las políticas corporativas, afectando la rentabilidad y viabilidad del sector productor

Uno de los principales desafíos ambientales asociados con la producción bovina son las emisiones de gases de efecto invernadero, especialmente metano y óxido nitroso. Los bovinos producen metano a través de la fermentación entérica, un proceso digestivo natural, y óxido nitroso a partir del manejo del estiércol. Estos gases contribuyen al cambio climático y al calentamiento global, cuyo impacto ambiental es necesario valorar y limitar en la medida de lo posible.

Las emisiones de gases contaminantes, como el amoniaco, y la posible lixiviación de los nitratos, derivados del manejo del estiércol también representan una potencial fuente de contaminación que es necesario controlar.

El uso de la tierra es otro problema crítico. El incesante incremento de la población mundial hace necesario dedicar más pastizales al pastoreo y cultivo de forrajes y otras materias primas para alimentar al ganado necesario para alimentar esa población, lo que lleva a la deforestación, la destrucción del hábitat y la degradación del suelo. Esta pérdida de hábitats naturales puede tener efectos perjudiciales sobre la biodiversidad, al reducir la disponibilidad de recursos para las especies nativas y alterar los ecosistemas.

El consumo de agua también es motivo de preocupación. La producción bovina requiere cantidades sustanciales de agua para beber, riego de cultivos forrajeros y limpieza de instalaciones. En regiones donde los recursos hídricos son escasos, la ganadería intensiva puede agravar la escasez de agua y la competencia con otros sectores como desgraciadamente está ocurriendo actualmente en algunas zonas de España.

Abordar estos desafíos ambientales requiere un enfoque multifacético que involucre la innovación tecnológica, intervenciones políticas, financieras y cambios en el comportamiento del consumidor. Prácticas agrícolas sostenibles, como la producción extensiva o ecológica y la rotación de pastos pueden ayudar a reducir los impactos ambientales y mejorar la biodiversidad, pero no garantizan la seguridad alimentaria en términos de proveer el necesario aporte de alimentos.

En el contexto del sector bovino, el cumplimiento de las obligaciones medioambientales y la mitigación de las emisiones de gases contaminantes y de efecto invernadero (GEI) se ha vuelto una prioridad clave. Para lograrlo, se recurre a la aplicación de las Mejores Técnicas Disponibles (MTD), que representan un conjunto de prácticas y tecnologías diseñadas para reducir el impacto ambiental de las operaciones ganaderas a un coste razonable y adecuado al fin que se pretende.

Una de las áreas principales donde se aplican las MTD es en la gestión de estiércol. Estrategias como el compostaje y la digestión anaeróbica se utilizan para tratar los estiércoles, minimizando la liberación de metano y óxido nitroso, gases altamente contaminantes. Estos procesos no solo ayudan a reducir las emisiones, sino que también pueden generar biogás, una fuente de energía renovable. Sin embargo, esta técnica difícilmente es rentable en términos de producción de gas y

conlleva una serie de inconvenientes que es necesario valorar.

Otras estrategias se basan en mejorar la eficiencia de la alimentación animal. Se desarrollan dietas equilibradas que reducen la fermentación entérica, principal fuente de emisiones de metano en el ganado rumiante y reducen la excreta de nitrógeno y la consecuente emisión de amoniaco. Una posibilidad es la adición de aditivos alimentarios específicos o la formulación de raciones más precisas, lo que contribuye a una producción más sostenible y menos contaminante, pero que lleva una serie de riesgos y costes no siempre repercutibles sobre el producto final.

El manejo de pastizales y tierras de pastoreo también juega un papel crucial en la mitigación de las emisiones. Prácticas como el pastoreo rotativo y la siembra directa promueven la captura de carbono en el suelo, ayudando a contrarrestar el efecto invernadero. Estos métodos no solo mejoran la calidad del suelo y la biodiversidad, sino que también reducen la huella ambiental de la producción ganadera. Como en casos anteriores, no siempre son aplicables y pueden llevar aparejados una serie de inconvenientes, como la mayor utilización de fitosanitarios, cuyo uso también se limita.

Sin embargo, la implementación de estas MTD enfrenta varios desafíos. Uno de los principales es el costo asociado, ya que muchas de estas tecnologías requieren inversiones significativas. Además, es fundamental brindar capacitación y acceso a la información a los ganaderos para facilitar la adopción y el uso adecuado de estas prácticas.

A pesar de estos desafíos, existen ejemplos de éxito de aplicación de MTD en el sector bovino. La adecuación de la proteína en la dieta, el uso de piensos equilibrados en proteína y energía para reducir las emisiones de metano en la fermentación entérica mejorando la producción de los animales, el uso rutinario de la arrobadera, de los depósitos de purín cubiertos, la aplicación de los purines mediante técnicas de bajas emisiones (tubos colgantes) y su enterrado rápido cuando es posibles, disminuyen de forma notable las emisiones y son de práctica habitual en las granjas de ganado vacuno lechero.

Estas medidas no solo ayudan a reducir el impacto ambiental, sino que también pueden generar beneficios económicos y mejorar la sostenibilidad a largo plazo del sector bovino. En resumen, la aplicación de las MTD representa una oportunidad clave para avanzar hacia una producción ganadera más sostenible y responsable.

NUEVOS MODELOS DE ANESTESIA Y CONTENCIÓN QUÍMICA EN RUMIANTES SILVESTRES Y, GANADO EXTENSIVO DE DIFÍCIL MANEJO

Javier Blanco

Introducción

Las particularidades de la clínica del ganado vacuno y la coexistencia de distintas razas de difícil manejo, por su peligrosidad, necesitan de procedimientos de anestesia y sedación específicos que permitan trabajar con seguridad

La cirugía y la anestesia del ganado bovino han evolucionado mucho en los últimos años.

Durante tiempo, para la inmovilización farmacológica del ganado extensivo o de difícil manejo, se ha utilizado una combinación neuroléptico-analgésica, a base de Etorfina, analgésico opiáceo de síntesis muy potente, y acepromacina, tranquilizante fenotiacínico que produce una rápida inmovilización del animal, además de la utilización en la mayoría de los casos de métodos de contención físico, basados únicamente en la inmovilización del animal con cuerdas y sometidos por la fuerza. El concepto de bienestar animal y las técnicas y fármacos que se han desarrollado en los últimos años permiten realizar procedimientos de contención seguros y económicos.

Inmovilización farmacológica

La mayoría de las veces es necesario la aplicación a distancia de los anestésicos utilizando rifles o cerbatanas.Los dardos se aplican sobre la masa muscular y el efecto del fármaco es variable dependiendo de su absorción (tejido subcutáneo, grasa, fascias, etc.). Se han observado grandes diferencias en el nivel de sedación o anestesia, según el sitio de inyección (Orden et al., 1993), la condición física del animal, edad, género y sensibilidad al fármaco. Los animales muy excitados o estresados pueden presentar tiempos de inducción más largos (Caulkett & Arnemo, 2007)

Animal en decúbito o animal en pie (posición del animal)

La elección de los fármacos está relacionada con la necesidad o no de derribar al animal, muchas veces en ganado bravo o extensivo de difícil manejo, la ausencia de instalaciones o la gravedad del proceso, determina la necesidad de usar métodos farmacológicos de contención-anestesia.

Sedación y anestesia locoregional

Es la técnica de elección en la mayoría de los casos. combina: un agonista de los receptores α_2 con una anestesia loco-regional, el animal permanece en la estación y permite realizar gran número de procedimientos quirúrgicos

En rumiantes la tendencia es a trabajar con el animal en pie, siempre que sea posible, y para ello las ganaderías de toro de lidia, deben de contar con instalaciones especiales para el manejo de estos animales, lo que permiten el trabajo en pie combinando sedantes y técnicas de anestesia local. La mayoría de las nuevas publicaciones sobre anestesia en rumiantes son sobre bloqueos ecogiados: nervio, femoral, pudendo, plexo braquial,

- “Ultrasound-guided anaesthetic blockade of the pelvic limb in calves”. Michela Re, Javier Blanco-Murcia, Alejandra Villaescusa, Ignacio De Gaspar Simón, Ignacio A. Gomez de Segura. The Veterinary Journal, 2014; 200: 434-439.

- “Ultrasound guided nerve Block anesthesia.” Michela Re, Javier Blanco-Murcia, Ignacio A. Gomez de Segura. Veterinary Clinics Of North America: Food Animal Practice, 2016;32:133-47.

- “Comparison of Ultrasound-guided and blind paravertebral blockade in calves”. Michela Re, Javier Blanco-Murcia, Alejandra Villaescusa, Ignacio De Gaspar Simón, Ignacio A. Gomez de Segura. American Journal Veterinary Research, 2016, 77(11):1187-1193

La inmovilización química

Es un aspecto clave, en la gestión de la vida silvestre y en la clínica del ganado bovino en régimen extensivo, sobre todo en zonas con falta de instalaciones adecuadas, falta de personal y situaciones de urgencia para el animal.

Para minimizar los efectos adversos, dependientes de la dosis, los protocolos de inmovilización a menudo incluyen dos o más

agentes sinérgicos, lo que permite reducciones en las dosis individuales de los fármacos. El acceso cada vez más reducido de narcóticos potentes en especies destinadas a consumo humano y animales salvajes ha estimulado la necesidad de explorar combinaciones alternativas de fármacos para la inmovilización de ungulados

En este ámbito, se han empleado diversas combinaciones de fármacos en bovinos en manejo extensivo. En particular, en España, para el ganado de lidia y de forma general en sistemas extensivos, se llevó a cabo un estudio que empleó una mezcla de Detomidina, Zolacepam-Tiletamina y Ketamina (40 µgr/kg, 0,53 mg/kg y 0,53 mg/kg respectivamente), logrando un inicio de acción rápido (6,1 ± 2,8 minutos) tras su aplicación intramuscular, y proporcionando una calidad anestésica satisfactoria para la realización de tratamientos médicos o procedimientos quirúrgicos menores – ("Chemical restraint and anaesthetic effects of a tiletamine-zolazepam/ketamine/detomidine combination in cattle". Re-M, Blanco-Murcia FJ, A. Gómez de Segura I. Veterinary Journal, 2011; 190(1): 66-70). La duración de estos efectos puede extenderse de manera dosis-dependiente con la mezcla anestésica, alcanzando un máximo de 52 +-5 minutos con una dosis de 0,93 mg/kg; 0,93 mg/kg; 60 µgr/kg de Ketamina, Zolacepam-Tiletamina y Detomidina respectivamente (Re et al., 2011), requiriendo un volumen total de la mezcla de 5 ml para 500 kg de peso vivo. Esta particularidad reviste importancia dada la necesidad de administrar el anestésico por vía intramuscular, recurriendo en ocasiones a dardos que no superan los 5 mL de capacidad.

La combinación de Detomidina, Ketamina y Zolacepam-Tiletamina facilita una anestesia segura, eficaz y reversible con Atipamezol: ("Reversible chemical restraint of free-range cattle with a concentrated combination of tiletamine-zolazepam, detomidine and ketamine". Re-Michela, Blanco-Murcia FJ, San Miguel JM, A. Gómez de Segura I. The Canadian Journal of Veterinary Research, 2013; 77:288-92).

Adicionalmente, Muñoz-Rascon et al. (2014), en un estudio efectuado en animales de lidia, determinaron que la inclusión de Butorfanol o Morfina a la combinación de Zolacepam-Tiletamina-Xilacina, en dosis de (Zolacepam-Tiletamina: 0,5 mg/kg), (Xilacina: 1 mg/kg) junto con (Butorfanol: 0,1 mg/kg), o (Morfina: 0,2 y 0,4 mg/kg), intensifica el nivel de hipnosis y analgesia, induciendo una depresión cardiorrespiratoria dosis-dependiente. La adición de Ketamina y opioides a la mezcla de alfa 2 agonistas y Zolacepam-Tiletamina incrementa el grado de hipnosis en anestesias que pueden ser antagonizadas 30 minutos después de su aplicación. No obstante, no se disponen de datos sobre el mantenimiento de la anestesia ni sobre la reversión posterior de dosis repetidas de la mezcla con Butorfanol, lo cual, además, incrementa el costo de la mezcla por su uso.

En Australia, Hamton et al. (2016) describieron una estrategia farmacológica para la captura y restricción del movimiento en ganado libre (Bos taurus/Bos indicus), teniendo en cuenta la rentabilidad basada en el costo de los fármacos para su aplicación en sistemas de ganadería extensiva y considerando la legislación vigente sobre el uso de medicamentos veterinarios. Para la captura de los animales, se emplearon Xilacina (0.59 mg/kg) y Ketamina (3.59 mg/kg), mientras que la Yohimbina (0.10 mg/kg) se utilizó como antagonista de la Xilacina para minimizar el tiempo de inmovilización del animal, utilizando un volumen de 20 ml. Los resultados indicaron que el tiempo promedio para la caída del animal fue de 8 minutos.

Este estudio logró la inmovilización del ganado, con un único disparo de dardo, con una recuperación dentro de los 30 minutos. No se investigó el mantenimiento de la anestesia por períodos más prolongados. El costo estimado por animal capturado se estableció en aproximadamente A$30. Es relevante destacar que la tasa de mortalidad registrada fue del 0% en el día de la captura y del 7% a los 14 días posteriores, un porcentaje considerado elevado, que podría atribuirse, en nuestra opinión, a las altas dosis de Xilacina y su insuficiente antagonización con Yohimbina, la cual es menos eficaz y potente que el Atipamezol, junto a la posible persistencia de efectos adversos por el uso de altas dosis de agonistas alfa 2.

En un enfoque similar para reducir el uso de opioides, se han desarrollado nuevas combinaciones para la contención química en rumiantes salvajes, empleando una fórmula producida por un laboratorio americano (no disponible en Europa) que incluye Azaperona, Butorfanol y Medetomidina, para la anestesia de Alces Americanus (Lamglait et al. 2020) y también para la captura de Bisonte Americano (Bison Bison) (Hamrms et al. 2017). Los autores señalan que, a pesar del mayor volumen de inyección requerido, este protocolo representa una alternativa a los potentes opioides y debería ser considerado por razones prácticas o de seguridad para el personal. Basándose en los hallazgos de este estudio, el uso de 4 ml de esta premezcla (BAM) se considera un protocolo seguro y efectivo para la inmovilización de rumiantes salvajes de 400-500 kg de peso. Los volúmenes necesarios para anestesiar animales con dosis equivalentes en la Unión Europea, donde la premezcla no está disponible, son de 30 a 40 ml, difíciles de administrar mediante dardos desde vehículos o helicópteros. La premezcla permite la aplicación de solo 3-4 ml de una combinación premix de Butorfanol (27.3 mg/ml), Azaperona (9.1 mg/ml) y Medetomidina

(10.9 mg/ml), equivalente a las dosis estimadas de Butorfanol 0.26 ± 0.08 mg/kg, Azaperona 0.09 ± 0.03 mg/kg y Medetomidina 0.11 ± 0.03 mg/kg. El tiempo medio de inducción fue de 8.3 ± 2.6 minutos.

Esta combinación proporcionó una sedación segura y eficaz para procedimientos menores de 30-60 minutos de duración. Las constantes fisiológicas se mantuvieron mayormente dentro de los rangos esperados para especies de cérvidos y bóvidos salvajes anestesiados con esta mezcla. La SpO2 (90.0% ± 3.7%) indicó una hipoxemia moderada a pesar de la suplementación con oxígeno intranasal (1 L por 100 kg/min). El tiempo de recuperación para que los animales se pusieran de pie fue de 6.7 ± 3.8 minutos después de la reversión con Naltrexona IM (3 mg/mg Butorfanol) y Atipamezol (5 mg/mg Medetomidina).

En otro estudio para la contención química y anestesia de bisontes se utilizó la misma combinación farmacológica anterior, se logró alcanzar un nivel de anestesia adecuado para la realización de procedimientos invasivos menores, como biopsias de piel y extracciones de sangre. Todos los animales se recuperaron satisfactoriamente, y la mayoría (17 de 21) revirtieron la anestesia en un tiempo igual o inferior a 5 minutos. El tiempo medio para alcanzar la inducción anestésica fue de 10.8±7.3 minutos, mientras que el tiempo medio de recuperación fue de 5.0±2.1 minutos. La combinación de fármacos demostró ser efectiva para la inmovilización y fue revertida adecuadamente; no obstante, en algunos casos, se observaron fallos en la aplicación intramuscular con las dosis empleadas, lo que podría limitar su utilidad en inmovilizaciones de campo de bisontes y, por extensión, en el manejo de ganado bovino en libertad a distancias mayores de lo común. Esto podría requerir el uso de dosis suplementarias parciales para lograr la inducción. Asimismo, en esta combinación no se han realizado estudios sobre la duración y el mantenimiento del efecto anestésico en caso de ser necesario.

En el caso de óvidos salvajes (Ovis canadensis) Willians et al. (2017), han utilizado una combinación de Medetomidina, Ketamina y Alfaxalona (medetomidina 0.14 ± 0.06 mg/kg, azaperona 0.21 ± 0.11 mg/kg, y Alfaxalona 0.45 ± 0.21 mg/kg), siendo la Medetomidina revertida por Atipamezol intramuscular a cinco veces la dosis de Medetomidina. Los tiempos de inducción para los animales inmovilizados con dardo fueron de 8.7 ± 3.2 minutos y 7.3 ± 3.9 minutos, y los tiempos de recuperación de todos los animales fueron de 3.4 ± 1.5 minutos y 3.9 ± 1.6 minutos, respectivamente. Se observó una hipoxemia severa (PaO2 42 ± 9 mmHg, 40 ± 10 mmHg), aunque con menos depresión respiratoria que en protocolos anteriores de Medetomidina-Ketamina. Pero al igual que las otras mezclas anestésicas, se usan solo para captura y no hay estudios que determinen su utilidad para procedimientos quirúrgicos de mayor duración y los efectos de dosis repetidas en la fisiología de los animales de los animales.

Conclusiones: Se identifican dos tendencias principales en la investigación sobre anestesia en rumiantes; una enfocada en el uso en rumiantes salvajes para minimizar o evitar el uso de opiáceos como la Etorfina, con el fin de facilitar la contención química y captura. Esta aproximación permite la inmovilización de los animales para procedimientos menores, no quirúrgicos, empleando mezclas anestésicas con fármacos no autorizados por la Unión Europea en animales destinados al consumo humano (Butorfanol, Alfaxalona, Tiletamina Zolacepam, Medetomidina y Azaperona), un asunto que requiere investigación adicional para su posible utilización en dichos animales.

Por otra parte, se investigan técnicas que emplean fármacos por vía epidural o para la realización de diversos bloqueos nerviosos, con el objetivo de mejorar la analgesia y anestesia en animales durante procedimientos quirúrgicos. La mayoría de estas nuevas técnicas propuestas incluyen el uso de ecografía como guía para la realización de los bloqueos, alineándose con las tendencias observadas en la medicina de pequeños animales y en la medicina humana, con el objetivo de reducir el uso de anestesia general.

CASOS CLÍNICOS

Carlos Franco

RESOLUCIÓN QUIRURGICA DE LA TORSIÓN UTERINA EN VACAS EN EL ÚLTIMO TERCIO DE GESTACIÓN

RESUMEN

La torsión uterina consiste en la rotación del útero grávido sobre su eje longitudinal. Es una de las causas de distocia en las granjas, aproximadamente un 5-7% de los casos de distocia, pero probablemente este porcentaje sea mayor realmente y es uno de los motivos frecuentes por los que el ganadero demanda nuestra presencia.

INTRODUCCIÓN

En este caso práctico exponemos una presentación de torsión uterina pero en el último tercio de gestación .Desconocemos la frecuencia con que este tipo de distocia se presenta. Teníamos la experiencia previa de que Jesús Izquierdo ya había solucionado uno con éxito junto a su compañera de entonces Neus Callizo Esteve.

PRESENTACIÓN

El caso se presenta en una vaca de raza Jersey.

El ganadero nos indica que la vaca presentó en un primer momento un dolor cólico intenso, decúbito y pataleo, y tras 24 horas la nota con decaimiento, ausencia de rumia y anorexia completa.

A la exploración encontramos ligero descenso de la temperatura, ligera taquicardia y taquipnea, aumento de los niveles normales de lactato pero no tan severo como en un cólico de origen digestivo, falta de movimientos ruminales, sonido metálico a la percusión en el ijar derecho, ausencia de heces en la ampolla rectal y lo más importante, detectamos una posición totalmente anormal en los ligamentos anchos del útero

Procedemos a realizar la laparotomía tras la sedación, analgesia y anestesia local correspondientes.

Nos encontramos entonces con una torsión uterina levógira y procedemos a intentar solucionarla.

Para ello, rodeamos la zona de la torsión con el brazo para luego empujar con la palma de la mano en sentido contrario al sentido de la torsión, es decir, en sentido horario.

Posteriormente se procede a cerrar la laparotomía y poner el adecuado tratamiento antibiótico y antiinflamatorio.

DISCUSIÓN

En nuestro caso, la novilla estuvo perfectamente durante 15 días y después presentó de nuevo el mismo cuadro de torsión. Hicimos una segunda cirugía para solucionar el problema pero finalmente tuvimos que proceder a la eutanasia del animal.

Creemos que lo realmente importante es que un cuadro de este tipo podemos intentar solucionarlo si realizamos un diagnóstico temprano y recurrimos a la cirugía como única alternativa. Solo cuando la casuística sea mayor podremos hablar de porcentajes de éxito reales y posibles complicaciones

REFERENCIAS

Fleming, G., & Craig, J. F. (1930). En Fleming's Veterinary Obstetrics: Including the Diseases and Accidents Incidental to Pregnancy and Parturition (pp. 235-250). Bailière, Tindall and Cox.

Wright, J. G. (1958). Bovine dystocia. Veterinary Record, 90, 347-356.

Jung, C., Hospes, R., Bostedt, H., & Litzke, L. F. (2008). Surgical treatment of uterine torsion using a ventral midline laparotomy in 19 mares. Australian Veterinary Journal, 86(7), 272-276.

Anderson, D. (2009). Uterine Torsion and Cesarean Section in Llamas and Alpacas. The Veterinary clinics of North America. Food animal practice, 25, 523-538.

Penny, C. D. (1999). Uterine torsion of 540 in a mid-gestation cow. Veterinary Record, 145(8), 230-230.

Îloss, V., & Dufty, J. H. (1980). Dystocia. En Handbook of Bovine Obstetrics (pp. 108-111). Williams & Wilkins.

INFILTRACIÓN DEL NERVIO CIÁTICO TRAS PARTOS DISTÓCICOS POR EXCESO DE VOLUMEN FETAL.

RESUMEN

Uno de los problemas con los que el clínico de campo se encuentra a menudo es el de las vacas caídas.

En esta presentación tan solo vamos a abordar el caso de vacas caídas tras un parto distócico por exceso de volumen fetal, pero la técnica que describimos es aplicable a otros casos donde están implicados los nervios ciáticos o los obturadores por proximidad.

INTRODUCCIÓN

Sabemos que en los bovinos, el nervio ciático parte de la médula espinal, de las vértebras L6-S1-S2 y tras su recorrido por el interior de la cadera, sale de ella cruzando el foramen ciático mayor atravesando el ligamento sacro-ilíaco.

Mediante la palpación rectal podemos localizar ese foramen con relativa facilidad, y eso nos permite saber que estamos al lado del propio nervio.

PRESENTACIÓN

La técnica es muy similar a la de Mc Farlane para el bloqueo del Nervio Pudendo localizando el foramen ciático menor (que es el más grande de los dos), pero en nuestro caso lo que debemos localizar es el foramen ciático mayor (que es el más pequeño).

Realizaremos una palpación rectal y con un poco de práctica podemos localizar el foramen ciático mayor con facilidad ya que notamos un hueco en la estructura ósea cubierto por el ligamento sacro-ilíaco que realmente no es otra cosa que una banda muscular que cubre ese hueco.

Usamos una aguja espinal de 0,9mmx152mm y con la mano libre accedemos desde el exterior al foramen atravesando el músculo glúteo superficial. Sabemos que hemos logrado nuestro objetivo cuando nuestra mano que palpa desde el interior el foramen nota la punta de la aguja introducida desde el exterior.

A continuación diluímos 80 mgr. de dexametasona como fosfato de sodio, en 100 ml. de solución salina para aumentar el volumen depositado. A continuación inyectamos la mitad de la solución en cada uno de los dos puntos de infiltración.

DISCUSIÓN

La técnica que describimos y venimos realizando desde hace años, creemos que puede resultar de gran utilidad para el clínico de campo por su fácil aplicación y bajo coste pero sobre todo porque hemos constatado a lo largo de estos años que aumenta significativamente el porcentaje de vacas que se recuperan de la lesión, además en un período sensiblemente más corto.

Para finalizar, hay que resaltar la relevancia de un diagnóstico adecuado a la hora de enfrentarse a una vaca con este tipo de lesión para conocer las posibilidades reales de recuperación y si procede o no aplicar la técnica.

REFERENCIAS

- Mac Vicar, King W, Landers MH, Bogduk N. (2013) .The effectiveness of lumbar transforaminal injection of steroids: a comprehensive review with systematic analysis of the published data.

-Xinhong Feng and Wei Yuan (2015) .Dexamethasone enhanced functional recovery after sciatic nerve crush injury in rats.

-Atlas de anatomía topográfica de los animales domésticos (Peter Popesko)

-McLain RF, Kapural L, Mekhail NA, Spine J. (2005) .Epidural steroid therapy for back and leg pain: mechanisms of action and

efficacy.

-El-Yahchouchi C, Geske JR, Carter RE, et al (2013) .The noninferiority of the nonparticulate steroid dexamethasone vs the particulate steroids betamethasone and triamcinolone in lumbar transforaminal epidural steroids injections.

-Carette S, Leclaire R, Marcoux S, et al. (1997) .Epidural corticosteroid injections for sciatica due to herniated nucleus pulposus.

-Porter DG, Valentine AR, Bradford R (1999) .A retrospective study to assess the results of CT directed peri-neural root infiltration in a cohort of 56 patients with low back pain and sciatica.

-Michela Re, Javier Blanco Murcia, Alejandra Villaescusa Fernández, Ignacio de Gaspar Simón, Ignacio A. Gónez de Segura. (2014).Ultrasound-guided anaesthetic blockade of the pelvic limb in calves.

USO DE CIRUGÍA OVÁRICA PARA SOLUCIONAR UN CASO DE INFERTILIDAD (POSIBLES APLICACIONES FUTURAS).

RESUMEN

Otro de los problemas con el que nos encontramos en nuestro trabajo habitual es el de las vacas repetidoras.

Generalmente el origen del problema suele radicar en el útero o en los ovarios (los problemas en los oviductos se escapan a nuestro diagnóstico). Por tanto lo primero es diagnosticar la causa de la infertilidad para luego intentar solucionarla.

INTRODUCCIÓN

En este caso práctico exponemos el caso de una vaca frisona de alta producción y tercera lactación, que tras varias inseminaciones y varias terapias hormonales , no se quedaba gestante.

PRESENTACIÓN

El ganadero nos indica que la ha inseminado en repetidas ocasiones (más de cinco) y no queda gestante. Además el celo se presenta de forma irregular.

Realizamos una exploración ecográfica y encontramos en el ovario derecho dos quistes foliculares y una estructura compatible con un tumor de células de la granulosa. El ovario izquierdo se encuentra totalmente inactivo.

Procedemos a implementar terapias hormonales : inseminar + GNRH, G-P-G, y finalmente Cosynch de siete días, sin obtener resultado alguno.

En el seguimiento ecográfico posterior, vemos que el ovario izquierdo seguía inactivo mientras que el problema en el ovario derecho se agravaba.

Con la intención de solucionar el problema, comentamos con el ganadero que podemos intentar “anular” el ovario enfermo para obligar al sano (el izquierdo) a empezar a ciclar y comprobar si así podemos resolver el problema.

Para ello tras la sedación y analgesia del animal, realizamos una castración unilateral del ovario derecho (sin ovariectomía) usando bridas estériles de 530 X 4.8mm.

A los pocos días de la intervención la vaca sale en celo de forma natural y observamos ecográficamente que el ovario derecho se encuentra inactivo mientras que el izquierdo presenta actividad.

Tras dos inseminaciones sin resultado positivo, a la tercera ponemos Gnrh por la mañana e inseminamos por la tarde .

Realizamos un diagnóstico de gestación a los 35 días donde se confirma que el animal está gestante y desarrolla una gestación y parto sin problema ni ayuda de ningún tipo.

DISCUSIÓN

La realización de una atresia ovárica unilateral es una cirugía de bajo coste y sencilla de realizar. Por tanto creemos que puede ser una herramienta más para intentar solucionar ciertos tipos de infertilidad.

En el caso de que el origen de la infertilidad resida en los ovarios, la aplicamos en los procesos en los que vemos que el problema está siempre en el mismo ovario mientras el otro permanece inactivo o muestra un funcionamiento normal. Si anulamos uno de los ovarios, la vaca empieza a ciclar normalmente a los pocos días.

Además del caso que hemos presentado, creemos que esta técnica puede ser también útil para solucionar problemas uterinos unilaterales, como por ejemplo la presencia de adherencias o cicatrices postquirúrgicas que impidan el desarrollo de una gestación normal, forzando la ovulación y posterior gestación en el cuerno uterino que se encuentra sano.

REFERENCIAS

Juliana R. Peiró, Geison M. Nogueira, Guilherme P. Nogueira, Silvia H.V.Perri, Daniel Cardoso. Ovariectomy by left flank approach in prepuberal Nelore (Bos indicus) heifers.

A.Rizzo, M. Piccino, R. Sciorsi. Application of an innovative technique for unilateral ovariectomy in dairy cows. Veterinary Record 5 September 2016.

L Yart, F. Dessauge, V. Lollivier. Ovariectomy improves lactation persistency in dairy cows. Journal of Veterinary Science 1 July 2012.

F. Dessauge, L. Finot, S. Wiart, J.M.Ausbry, S.E.Ellis. Effects of ovariectomy in prepuberal goats. J. Physiol Pharmacol. Oct 2019.

RESOLUCIÓN QUIRÚRGICA DE PATOLOGÍAS DE LA REGIÓN UMBILICAL

Dr. Ruben Mazzini

El cordón umbilical está compuesto por las dos arterias, las dos ramas de la vena umbilical, que se unifican poco antes de ingresar a la cavidad abdominal y el uraco. Las arterias umbilicales transportan sangre carboxigenada hacia la placenta y luego de tomar oxígeno y nutrientes, es conducida a través de la vena umbilical hacia el hígado y a través del conducto venoso llega a la vena cava caudal. El uraco comunica el saco alantoideo con la vejiga urinaria del feto. Las características anatómicas y topográficas de los vasos umbilicales y su comportamiento al desgarrarse el cordón umbilical son de importancia para la presentación de patologías. La vena umbilical, dentro del abdomen se encuentra rodeada por un pliegue del peritoneo que más tarde forma el ligamento falciforme; la vena se oblitera y se transforma en el ligamento redondo del hígado. El uraco, junto con las arterias, forma un tronco común que dentro del abdomen está recubierto por un pliegue del peritoneo; más tarde da origen al ligamento vesical medio o vesiculoumbilical. Las arterias se transforman en los ligamentos redondos de la vejiga. El uraco se desgarra a nivel del anillo y se retrae junto con las arterias al interior del abdomen; simultáneamente se cierra la comunicación con la vejiga.

La onfalitis se trata de una infección e inflamación posnatal, excepcionalmente intrauterina, de uno o varios vasos (inclusive del uraco) del cordón umbilical. En consecuencia, se describen las siguientes formas:

- Onfalitis (inflamación del tejido subcutáneo ubicado fuera del anillo umbilical, frecuentemente con abscedación).
- Onfaloflebitis – onfaloarteritis (infección ascendente con afección de la vena/una o ambas arterias umbilicales respectivamente).
- Uraquitis (inflamación purulenta del uraco, en ocasiones con afección de la vejiga [uracocistitis]).

Los procesos pueden ocurrir simultáneamente (onfalovasculitis múltiple) y cursar con fistulización. Según el grado y tipo de patología y eventuales complicaciones se ve afectado el estado general de los pacientes en mayor o menor medida.

Las hernias umbilicales son el defecto congénito más frecuente en los bovinos, con una incidencia que oscila entre el 0.5% al 17.2%. Varía de acuerdo las razas, aunque es más frecuente en el ganado Holstein- Friesian. En las hernias umbilicales, las vísceras (omento, intestino o abomaso) pasan a través de un anillo excesivamente amplio a al saco compuesto por peritoneo parietal y piel (saco herniario). Como hernia del cordón o funículo umbilical (onfalocele) se conoce la salida de las vísceras abdominales en la vaina amniótica del recién nacido. Entre las causas de hernias adquiridas pueden citarse: errores (tirones al cortar el cordón), debilidad o lisis del anillo en el curso de las onfalitis, distensión abdominal (partos distócicos, sobrealimentación, saltos enérgicos, etc.), lesiones externas, etc.

Las masas umbilicales en terneros pueden dividirse en cinco categorías:

1. Hernias umbilicales no complicadas
2. Hernias umbilicales con infección subcutánea/abscesos
3. Hernias umbilicales con infecciones del remanente umbilical
4. Abscesos umbilicales/onfalitis crónica
5. Quistes/ruptura del uraco

Los terneros con absceso umbilical o tallo umbilical agrandado pueden no tener hernias umbilicales concurrentes, pero pueden tener signos clínicos similares a los terneros con hernias debido al agrandamiento del ombligo. Sin embargo, mediante una anamnesis adecuada y un examen clínico suele ser suficiente para establecer un diagnóstico y determinar si la patología umbilical está o no asociada a una hernia.

A la inspección se debe evaluar la forma, tamaño, localización, coloración y la presencia o no de una fístula. Mediante palpación en importante determinar la consistencia, temperatura, presencia de dolor, etc. Asimismo, debemos determinar si la masa es reducible o no y la presencia de un anillo herniario completo o incompleto. Además, debemos realizar una palpación profunda del abdomen para tratar de identificar afecciones en los vasos y/o uraco; en ocasiones (pacientes de mayor tamaño) podemos

administrar una dosis de xilazina y colocar el animal en decúbito lateral para facilitar la maniobra. La ultrasonografía es un método muy útil para evaluar el ombligo y las estructuras internas, de esta manera los datos obtenidos complementan el examen clínico; generalmente suela haber una buena correlación entre los hallazgos ecográficos y los quirúrgicos.

Más raramente ocurre la estrangulación del intestino, omento o abomaso dentro del saco herniario. Los pacientes afectados presentan signos de dolos abdominal, alteraciones metabólicas y más tarde signos de shock endotóxico. Las hernias crónicas pueden desarrollar una fístula abomasal o intestinal a ocasionado por una ulceración del ombligo (onfaloelcosis). Este tipo de pacientes deben ser intervenidos quirúrgicamente lo más pronto posible; muchos de ellos deber ser estabilizados previamente a la cirugía. Con menor frecuencia se presentan inflamaciones crónicas de tipo granulomatosa de los tejidos umbilicales que requieren su extirpación.

Sedación, analgesia y anestesias.

Para realizar la corrección de las diferentes patologías umbilicales en necesario recurrir a diferentes protocolos de sedoanalgesia, bloqueos epidurales, locales o anestesia general (inyectable fija, o inhalatoria). La sedoanalgesia combinada con anestesia local se suele utilizar para el tratamiento quirúrgico en casos de hernia umbilical simple (sin complicaciones asociadas); sin embargo, puede no ser sufriente debido a la incomodidad y movimientos del paciente durante el procedimiento, haciendo el mismo más dificultoso y con un mayor riesgo de complicaciones (infecciones, hematomas, dehiscencia de heridas, etc.). Una buena opción en combinar un protocolo de sedoanalgesia utilizando diazepam (0.2 mg/kg IV) o midazolam (0.2 mg/kg IV o IM) + xilazina (0.05 mg/kg IV) + butorfanol (0.20 mg/kg IV) combinado con un bloqueo epidural e infiltración local. Luego de la antisepsia se realiza un bloqueo subcutáneo en un patrón de “U” invertida con lidocaína 2%. El bloqueo epidural es de mucha utilidad en cirugía de la región umbilical. Nosotros realizamos una anestesia epidural en el espacio lumbosacro con lidocaína 2%; la dosis que utilizamos es 2 mg/kg o en forma práctica aplicamos 1 ml de lidocaína 2% por cada 10 kilogramos de peso vivo. En casos más complejos donde necesitamos prolongar el efecto de la anestesia epidural, combinamos la lidocaína con xilazina (0.05mg/kg) lo que extiende el efecto hasta unos +/-300 minutos. Cuando utilizamos xilazina por vía epidural, disminuimos la dosis a un 50% - 25% por vía intravenosa. Adicionalmente podemos añadir butorfanol (0.2 mg/kg) por vía epidural como refuerzo analgésico. Se recomienda anestesia total intravenosa (TIVA) o inhalatoria en los procedimientos más complejos, en pacientes de mayor tamaño/edad, reduciendo así las infecciones posoperatorias, complicaciones intraquirúrgicas y durante el proceso de cicatrización. Además, en ocasiones ciertos procedimientos se deben derivar a un hospital para realizarlo en quirófano por un cirujano experimentado, tal es el caso de la colocación de implantes sintéticos (malla) para corregir grandes defectos de la pared abdominal. En todos los casos el cirujano deberá indicar que protocolo se adapta mejor con el objeto de realizar el procedimiento con comodidad, bienestar para el paciente y reducir las complicaciones.

Tratamientos quirúrgicos

Hernias simples

Se debe dejar el paciente en ayunas de sólidos entre 12 / 24 horas. Se posiciona el animal en decúbito dorsal, se realiza la tricotomía, antisepsia y preparación del campo quirúrgico. Se realiza una incisión de forma elíptica alrededor de la cicatriz umbilical en la cúpula de la hernia; esta incisión de extiende hacia craneal y caudal lo suficiente pata acceder al anillo herniario. Se separa la piel del saco herniario y se elimina. Se realiza a la disección del saco herniario hasta alcanzar el anillo. Se puede realizar la herniorrafía con o sin apertura del saco herniario. En la gran mayoría de las hernias simples el saco herniario se invagina dentro del abdomen y posteriormente se sutura el anillo con material absorbible o no dependiendo de la preferencia del cirujano, tamaño del anillo, peso del paciente, etc. Los patrones de suturas utilizados en el anillo (primer plano) son variados. Se pueden utilizar suturas continuas o discontinuas; lo importante es logra una buena aposición de los bordes y que la sutura soporte la tensión de la pared abdominal. Entre ellas podemos mencionar: sutura de colchonero (U horizontal) combinada con una sutura de peletero sobre la cresta formada; puntos en X discontinuos; sutura discontinua con puntos de tensión (cerca-lejos—lejos cerca) que funciona muy bien el los anillos de gran tamaño. Luego se sutura el segundo plano mediante un patrón continuo simple para cerrar el tejido subcutáneo, evitando dejar espacios muertos y por último la piel (tercer plano) con nylon en un patrón de Reverdín.

Ante la presencia de adherencias fibrosas, bridas, cordón fibrótico/abscedado, afecciones de otras estructuras umbilicales, incarceraciones, etc. Se debe abrir y resecar el saco herniario interno. De esta manera se extraen los tejidos afectados y nos

permite un examen visual de las vísceras abdominal. Posteriormente se realiza la síntesis en tres planos.

Hernias umbilicales complicadas con abscesos/onfalitis.

Los terneros tienen una mayor prevalencia de infección asociada a hernias umbilicales que los potros. Esta diferencia puede estar relacionada con un cuidado inadecuado del ombligo, una mayor contaminación ambiental y un fallo parcial o completo de la transferencia de inmunidad pasiva. A diferencia de los potros, los terneros con infecciones umbilicales no suelen desarrollar septicemia o un uraco permeable. En cambio, la infección permanece localizada en el ombligo. En condiciones de campo, entre el 30% y 45% de los terneros presentados para reparación de hernias umbilicales presentan signos de infección concomitantes (onfalitis, abscesos subcutáneos y celulitis). Los terneros con una hernia umbilical asociada a una infección tienen antecedentes de tumefacción desde el nacimiento y permanece durante varias semanas. El estado general suele se bueno. Durante el examen clínico se palpa una tumefacción firme, dolorosa y no reducible. Aunque puede haber evidencia local de inflamación, el drenaje suele estar ausente y el anillo herniario es palpable. Muchas de estas hernias pueden ser adquiridas secundariamente a debilitamiento de la pared corporal inducido por la infección. La extirpación quirúrgica del absceso o de la zona de celulitis o fibrosis, junto con la reparación de la hernia, es el tratamiento de elección. Se recomienda una herniorrafia con apertura del saco herniario, para extraer el absceso, evaluar si existe afección de otras estructuras umbilicales; además, suelen existir adherencias ya sea del omento o vísceras que necesitan ser debridadas. En casos de absceso subcutáneos, sin afección del resto de las estructuras del cordón umbilical, sin hernias secundaria, se trata mediante el drenado y lavajes con soluciones antisépticas.

Hernias umbilicales con infección del remanente del cordón umbilical

Las infecciones del remanente del cordón umbilical incluyen onfaloflebitis, onfaloarteritis e infección/absceso del uraco. *Arcanobacterium pyogenes* es el agente más comúnmente aislado de restos de cordón umbilical infectados, pero también pueden identificarse otras bacterias como de *E. coli, Proteus, Enterococcus, Streptococcus y Staphylococcus*. Debe realizarse cultivo y antibiograma antes de la cirugía si existe una fístula o luego de extraída la lesión; para realiza la antibioticoterapia adecuada. Generalmente la anamnesis revela que existe supuración en las primeras semanas de vida y que puede perdurar en el tiempo. Generalmente los pacientes presentan un estado general regular/malo, retardo en el desarrollo y en ocasiones, enfermedades concomitantes. Un hemograma completo puede indicar leucocitosis, neutrofilia, monocitosis y anemia leve. La masa umbilical suele ser de gran tamaño, dolorosa a la palpación, parcialmente reducible y el anillo se palpa de manera incompleta. La palpación profunda en terneros pequeños, o luego de la administración de una dosis de xilazina en los de mayor edad, suele revelar tumefacciones internas dolorosas a la palpación. La ecografía abdominal es de gran ayuda para identificar las estructuras afectadas. En la práctica clínica se estima que alrededor del 25% de los casos de hernias umbilicales, presentan alguna afección de los remanentes del cordón. Esta cifra puede variar considerablemente, sin embargo, debemos tener la sospecha en casos de onfalitis crónicas que no respondieron a los tratamientos médicos utilizados.

El uraco suele ser la estructura afectada con mayor frecuencia. Los signos clínicos asociados son disuria, polaquiuria y, cuando existe una cistitis secundaria, piuria. Para tratar una onfalouraquitis, se debe resecar en bloque el remanente del cordón umbilical, seccionando el uraco en la unión con la vejiga. Las infecciones que se extienden a la vejiga requieren la extirpación del ápex de la vejiga. El uraco, la vena, ambas arterias umbilicales, el saco herniario y la piel suprayacente se extirpan en bloque para evitar la contaminación del abdomen. La onfaloflebitis puede localizarse en un corto trayecto de la vena umbilical o puede extenderse a lo largo de toda la vena y afectar al hígado. La infección que progresa al hígado puede provocar abscesos hepáticos múltiples, septicemia y/o bacteriemia. Los abscesos localizados de la vena umbilical que no llegan al hígado pueden ligarse y extirparse en bloque. En raras ocasiones los abscesos de la vena umbilical que se extienden hígado se tratan mediante una técnica de marsupialización. La onfaloarteritis es la afección menos frecuente debido a la retracción y contracción que experimentan al desgarrarse el cordón. Una vez que se extirpa el remanente del cordón umbilical se procede a la síntesis de la pared abdominal (preferentemente mediante sutura discontinua), el tejido subcutáneo y la piel.

Complicaciones

Las complicaciones posoperatorias de la herniorrafias umbilicales son más frecuentes en terneros que en potros, probablemente debido a que las infecciones asociadas son de mayor prevalencia. Las principales incluyen: infecciones de la

herida quirúrgica, formación de seromas, hematomas y dehiscencia. La mayoría de éstas no representan grandes inconvenientes, excepto las infecciones que pueden determinar la recurrencia de la hernia. Las complicaciones se minimizan mediante una anestesia adecuada, técnica aséptica, buena técnica quirúrgica y manejo posoperatorio del paciente y tratamiento antimicrobiano adecuado. Una complicación más grave es la peritonitis, generalmente se asocia a una contaminación intraquirúrgicas debido a una gran afección de las estructuras intraabdominales. En caso complejos es de fundamental importancia el diagnóstico preciso y el tratamiento preoperatorio adecuado antes de realizar la intervención quirúrgica; de esta manera disminuye el riesgo de infecciones abdominales.

Bibliografía

- Abrahamsen EJ (2008) Chemical Restraint in Ruminants in: Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice (Vol 24, Issue 2, pp. 227-243). Saunders, Filadelfia: WB. USA.
- Adams SB & Feesler JF (2000) Atlas of Equine Surgery. Saunders Company. USA.
- Aubrey N. Baird (2008). Umbilical Surgery in Calves in: Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice (Vol 24, Issue 2, pp. 467-477). Saunders, Filadelfia: WB. USA.
- Dirksen, G (2005). Enfermedades de los órganos digestivos y la pared abdominal en: Dirksen, Gerrit; Hans-Dieter Gründer y Mattheaus Stöber (editores). Medicina Interna y Cirugía del Bovino. (4ta edición, Volumen 1, pp. 618-628) Inter-Médica, Buenos Aires, Argentina.
- Eric J. Abrahamsen (2008) Ruminant Field Anesthesia in: Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice (Vol 24, Issue 3, pp. 429-441). Saunders, Filadelfia: WB. USA.
- Faslu Rahman et al. (2020) Surgical Management of Umbilical Hernia Concomitant with Gastrointestinal Fistula in Calves – Report Of Two Cases. J. Indian Vet. Assoc. 18 (3) December 2020.
- Garnero OJ, Perusia OR. (2002). Manual de Anestesias y Cirugía del Bovino. 2° edición. Imprenta San Cayetano, Esperanza, Santa Fe, Argentina.
- Hendrickson DE (2007). Techniques in Large Animal Surgery (Third edition). Blackwell Publishing. Iowa, USA.
- Kyla Ortved. (2017). Miscellaneous Abnormalities of the Calf in: Fubibi S, Ducharme NG editros. Farm Animal Surgery, (2 ed., pp 540-547). Elsevier St. Louis, Missouri, USA.
- Stick JA (2006) Abdominal hernias in: Auer & Stick (ed). Equine Surgery 3 de., pp 491-499. Elsevier Inc. USA.
- Trent AM, Smith DF (1984): Surgical management of umbilical masses with associated umbilical remnant infections in calves, J Am Vet Med Assoc 185:1531–1534.
- Vertenten, J. Declercq, F. Gasthuys, L. Devisscher, S. Torfs, G. van Loon and A. Martens G. (2009). Abomasal end-to-end anastomosis as herniation in a cow treatment for abomasal fistulation and herniation in a Cow. Veterinary Record 2009 164: 785-786

ANESTESIAS Y CIRUGÍA OCULAR EN BOVINOS

Dr. Ruben Mazzini

Las patologías y lesiones oculares son relativamente frecuentes en bovinos y es motivo de consulta a campo. En algunas circunstancias, dependiendo de la patología, pueden responder a un tratamiento médico adecuado. Sin embargo, en ciertas ocasiones se requiere una intervención quirúrgica para resolver el caso clínico. Afortunadamente en la mayoría de los casos es posible realizar un tratamiento quirúrgico campo con buenos resultados. Es fundamental un examen clínico del paciente, general y ocular, para establecer un diagnóstico, emitir un pronóstico adecuado y seleccionar el tratamiento. En todos los casos un diagnóstico precoz, adecuada preparación del paciente y una buena técnica quirúrgica aseguran los mejores resultados en condiciones de campo. Cabe destacar que, una vez establecido el diagnóstico correcto, nos permitirá seleccionar la técnica quirúrgica más adecuada y el pronóstico en relación a la supervivencia del paciente y su retorno al sistema productivo.

Durante el examen clínico, la sujeción física de la cabeza es fundamental, por lo que el paciente debe ser colocado en una manga con cepo, a su vez se utilizará un bozal. En la mayoría de los casos en necesario combinar lo anterior con un protocolo de sedación/analgesia, bloqueos locoregionales y anestesia local. En la gran mayoría de los casos se trabaja con el paciente en estación, por ello los protocolos de sedoanalgesia a utilizar deben evitar la tendencia al decúbito, ya que si el paciente se cae durante el procedimiento representa un riesgo importante para el resultado favorable del tratamiento y en ocasiones, para la vida del mismo.

Sedantes y analgésicos

En la práctica normalmente utilizamos drogas como la xilazina 2%, butorfanol 1%, acepromacina 1% y ketamina 5%; generalmente asociadas. Por ejemplo 0.025 – 0.05 mg/kg de xilazina + 0,01 - 0,02 mg/kg de butorfanol por vía intravenosa (IV). En ocasiones podemos recurrir a una “neuroleptoanalgesia” administrando acepromacina (0.01 mg/kg – 0.02 mg/kg) + butorfanol (0.01 mg/kg - 0.02 mg/kg) IV. Siempre debemos recordar que al combinar diferentes drogas se potencian los efectos sedantes/analgésicos, por tanto, debemos utilizar dosis mínimas, siempre teniendo en cuenta la edad, estado corporal y el carácter del paciente, etc. La dosis inicial debe ser la mínima, evaluar la respuesta y en caso de ser necesario, administraremos una dosis adicional. Otra opción sería utilizar la Técnica denominada **5 – 10 – 20** por vía subcutánea (SC) o intramuscular (IM). Una combinación de butorfanol (0,01 mg/kg), xilazina (0,02 mg/kg) y ketamina (0,04 mg/kg). En una vaca de 500 kg de peso vivo equivale a butorfanol (5 mg), xilazina (10 mg) y ketamina (20 mg). Estas dosis indicadas por vía SC no inducen al decúbito. El efecto comienza la los 5 – 10 minutos y la duración del mismo es de aproximadamente 60 a 90 minutos. La dosis inicial 5 – 10 - 20 se recomienda administrarla por vía SC para reducir al mínimo el riesgo del decúbito. En vacas indóciles la administración IM proporciona un mejor control del paciente. Ocasionalmente se ha producido recumbencia con la readministración del 50% de los tres componentes. La recomendación actual para la administración suplementaria es del 25% al 50% de las dosis iniciales de xilazina y ketamina (0 - 2,5 - 5) y (0 - 5 - 10), respectivamente, dependiendo del grado de cooperación y tiempo requerido para completar el procedimiento.

Bloqueos tronculares y locales

La anestesia local en el sitio quirúrgico previsto asegurará confort por parte del paciente que se somete al procedimiento, así como facilidad de manejo para el cirujano. Las razones para seleccionar un bloqueo sobre otro deben incluir la comodidad y habilidad del cirujano al realizar los mismos, el procedimiento quirúrgico a realizar y el conocimiento de los riesgos asociados con cada bloqueo. Si bien el bloqueo ocular de Peterson se considera más desafiante desde el punto de vista técnico, se asocia con un menor riesgo de traumatismo en la órbita con respecto a la penetración del globo, hemorragia y daño al nervio óptico. Sin embargo, existen riesgos de signos neurológicos o muerte debido a un paro cardiopulmonar si se inyecta lidocaína en las meninges del nervio óptico o en los cornetes nasales. El bloqueo de 4 puntos es técnicamente menos difícil de realizar y parece producir una mejor anestesia de los tejidos perioculares; si bien existe riesgo de inyección intrameníngea, la experiencia clínica ha demostrado que es un problema menor comparado con el bloqueo de Peterson.

Bloqueo del nervio aurículopalpebral

El nervio aurículopalpebral es una rama del nervio facial que contiene exclusivamente fibras motoras, por tanto, al bloquearlo anula la movilidad del párpado superior. Normalmente se realiza a priori del resto de los bloqueos. El mismo se realiza sobre el arco zigomático, hacia craneal del pabellón auricular. El paquete vasculonervioso (arteria, vena, nervio) se palpa bien cuando

cruza sobre la escotadura de dicho arco. Se inyecta por vía subcutánea entre 5 y 10 mililitros (ml) de lidocaína 2%. El efecto de evidencia por un ptosis palpebral y pérdida de la movilidad del párpado superior.

Bloqueo de Peterson

Después de realizar un pequeño bloqueo cutáneo local sobre el sitio previsto de punción (ángulo formado por el arco zigomático y el proceso supraorbitario) se inserta una aguja espinal 18 G y 3.5 pulgadas (1,3 y 88 milímetros respectivamente), pasando por delante de la apófisis coronoides de la mandíbula, paralela al hueso frontal, hasta alcanzar la fosa pterigopalatina. Aquí se encuentran los forámenes orbitoredondo y óptico, de ellos emergen los siguientes nervios: rama aurículopalpebral, maxilar y oftálmica del nervio trigémino, abducens, troclear, oculomotor y óptico, Se puede realizar mediante una aguja curvada en su extremo anterior. Una vez que se localiza el extremo de la aguja en inmediaciones de los forámenes se inyectan, previa prueba de aspiración, entre 25 y 40 ml de lidocaína. La aparición de midriasis, sequedad y opacidad leve de la córnea, falta de movimiento del globo y abolición del reflejo corneal indican un bloqueo efectivo.

Bloqueo retrobulbar 4 puntos

El bloqueo retrobulbar mediante la inyección de 4 puntos se utiliza, de igual forma que el anterior, para la anestesia del globo ocular. La aguja se inserta en cuatro puntos: cantos lateral y medial, párpados superior e inferior. El anestésico es depositado en el espacio retrobulbar. Se utiliza una aguja de 15 cm, calibre 18; ésta puede curvarse ligeramente para facilitar el paso de la aguja alrededor del globo. Se inyectan aproximadamente 15 ml de anestésico local en pequeños incrementos a medida que la aguja avanza lentamente hacia la parte posterior de la órbita. La ventaja del bloqueo retrobulbar es que se considera una técnica mucho más sencilla de realizar. Una alternativa al bloqueo retrobulbar de 4 puntos es el bloqueo retrobulbar único. En esta técnica, la aguja de calibre 18 de 9 cm de largo se dobla formando un semicírculo. La aguja se inserta inmediatamente ventral al borde orbitario dorsal (o ventral con aguja recta) y se dirige de manera que la aguja impacte en el hueso de la órbita. Luego se avanza la aguja a medida que se gira ventralmente de manera progresiva, de modo que permanezca muy próxima al hueso. Se administran 20 ml de lidocaína 2%; previamente se realiza la prueba de aspiración para garantizar que la aguja no quede colocada en un vaso sanguíneo. El depósito exitoso de lidocaína provoca una proptosis leve del globo. De todas maneras, independientemente del bloqueo utilizado, si el paciente demuestra sensibilidad durante cualquier procedimiento deberá, obligatoriamente, recibir una dosis adicional de anestésico.

Algunos posibles efectos adversos de las inyecciones retrobulbares incluyen, penetración accidental del globo, hemorragia orbitaria, daño al nervio óptico, bradicardia causada por el inicio del reflejo oculocardiaco e inyección intrameningea en la vaina del nervio óptico.

Bloqueo del tercer párpado

Par realizar este bloqueo se deposita lidocaína 2% en la base del tercer párpado (entre la cavidad orbitaria y el globo ocular). Se inyectan entre 5 y 15 ml del anestésico. Generalmente se utiliza un volumen mayor al necesario para lograr el bloqueo y de esa manera ayuda en la exteriorización del párpado debido a la presión de la solución depositada entre la órbita y el globo ocular.

Bloqueo alrededor de los párpados

Se deposita el anestésico local en el tejido subcutáneo alrededor de los párpados (superior e inferior) generalmente en forma de rombo. El volumen a inyectar varía según el tamaño del paciente. Debemos considerar que, cuando existe un fenómeno inflamatorio en la región periocular, el anestésico deberá inyectarse más allá de la zona afectada por dicho proceso para asegurar el efecto del anestésico.

Bloque tópico de la córnea y conjuntiva

El bloqueo sensorial de la superficie corneal también ayudará en el examen del ojo y/o en procedimientos quirúrgicos. La administración tópica de 3 a 5 gotas de solución oftálmica de proparacaína (0.5%) en la superficie corneal eliminará la sensibilidad corneal. La acción comienza a los pocos segundos y la anestesia dura entre 5 y 10 minutos, por lo tanto, en ciertas circunstancias será necesario repetir la aplicación.

Técnicas quirúrgicas

Extirpación del tercer párpado

La principal indicación de la extirpación parcial o total del tercer párpado es el carcinoma de células escamosas (CCE), si bien puede ser debido a otras neoplasias o patologías, éstas se presentan con escasa frecuencia. Los CCE varían en tamaño y localización que, por consiguiente, pueden ser extirpados mediante la escisión quirúrgica. Algunos tumores afectan solamente al borde del párpado y pueden ser extraídos fácilmente. En neoplasias de mayor tamaño se extrae completamente el párpado. Raramente se presenta una queratoconjuntivitis seca debido a la falta se secreción de la glándula debido a que, en los grandes animales, las secreciones aportadas por ella son escasas. El paciente debe ser medicado previo a la cirugía con antibióticos y AINES. El procedimiento se lleva a cabo con el animal en estación bajo un protocolo de sedoanalgesia, bloqueo aurículopalpebral, infiltración de la base del tercer párpado y proparacaína tópica. En neoplasias de mayor tamaño puede ser necesario un bloqueo ocular. La conjuntiva se debe lavar con solución fisiológica estéril. El párpado se toma con unas pinzas Allis en dorsal y ventral al tumor y se exterioriza. Luego se colocan dos pinzas Kelly curvas por debajo de la neoplasia, de modo que sus extremos queden en contacto y por debajo del cartílago. Con una tijera curva o tomando con la mano una hoja de bisturí se realiza la incisión sobre las pinzas, las que se dejan colocadas sobre el remanente del párpado durante 10 o 15 minutos para provocar hemostasia. Se retiran las pinzas con cuidado y se da por concluido el procedimiento. Se realiza tratamiento posoperatorio con antibióticos y AINES durante 3 días. En caso de neoplasias de gran tamaño y que luego de la extracción quedara expuesto tejido adiposo, se procede a la sutura de la conjuntiva con material absorbible 4-0; en ocasiones este tipo de cirugías se pueden realizar bajo anestesia general. Las complicaciones son raras y abarcan: escisión incompleta, hemorragia y prolapso de la grasa orbitaria. La ablación incompleta es rara si se colocan bien las pinzas. Si no se cuenta con un margen suficiente para colocar las pinzas más allá del tumor, se debe considerar la extirpación bajo anestesia general o realizar la enucleación/exenteración.

Extirpación de neoplasias en región esclerocorneal

En ciertas ocasiones los CCE se localizan en el limbo esclerocorneal. Estos carcinomas suelen ser nodulares de 1 o 2 centímetros de diámetro. Generalmente responden muy bien al tratamiento quirúrgico. Se realiza la extirpación mediante bisturí y posteriormente el legrado del lecho quirúrgico con el objeto de remover restos de tejido neoplásico. Se realiza con el paciente en estación. En estos casos debemos aplicar un protocolo de sedoanalgesia combinado con bloqueos: aurículopalpebral, retrobulbar y proparacaína tópica. Una vez lograda la anestesia del globo ocular, se procede a fijar el mismo mediante la colocación de la anilla de una tijera ente éste y la cavidad orbitaria o en su defecto un ayudante comprime los párpados y produce la proptosis ocular, fijándolo. Se incide en la base del tumor con una hoja de bisturí n°11, lo más cercano posible a la córnea y esclerótica y se extrae. Posteriormente realizamos un legrado cuidadosamente. Se indica AINES durante tres días, se realiza una inyección subconjuntival de antibióticos y si se considera necesario, antibioticoterapia sistémica. También se puede indicar la colocación de geles oftálmicos.

Evisceración, vaciamiento del globo ocular o exenteración del bulbo

Esta técnica está indicada en casos graves de patologías que afectan las estructuras intraoculares, pero no a sus anexos. Muchas veces son secundarias a una queratoconjuntivitis o traumas que terminan lesionando las estructuras internas, ocasionando un grado importante de dolor, malestar y consecuentemente un impacto negativo en la producción. Se realiza con el paciente en estación bajo un protocolo de sedoanalgesia, bloqueo aurículopalpebral, retrobulbar y proparacaína tópica. Con una hoja de bisturí n°11 se realiza una incisión en la unión esclerocorneal, eliminando de esta manera la córnea y el contenido de ambas cámaras. Se realiza un lavado con solución fisiológica estéril y luego se sutura la esclerótica en un patrón continuo simple con monofilamento 2-0 (puede ser absorbible o no). Esta técnica es menos traumática que una enucleación/exenteración. Se indican AINES y antibióticos por 3 días.

Enucleación – Exenteración transpalpebral

Se utiliza una técnica de ablación transpalpebral para extirpar el ojo y los tejidos intraorbitarios. Los párpados superior e inferior se suturan con el objeto de ocluir la fisura palpebral y evitar la contaminación del campo quirúrgico. Se realiza una incisión en la piel aproximadamente a 1 cm de los bordes de los párpados en forma de circunferencia. Utilizando una combinación de disección roma y aguda, se realiza la disección del músculo orbicular, tejido subcutáneo y la fascia orbitara. Con el bisturí se

seccionan los ligamentos cantales (medial y lateral) para continuar la disección dentro de la cavidad. La sección del ligamento medial está asociado a un sangrado. Puede extraerse solamente el globo ocular (enucleación) o en la mayoría de los casos de extirpación de ojos, es necesario la escisión completa de todo el tejido orbitario (excenteración). Los músculos y el nervio óptico con su vaina deben seccionarse lo más cercano que sea posible a la fosa pterigopalatina. La colocación de una pinza vascular o mediante una Kocher curva puede ayudar en la hemostasia mientras se realiza una escisión adicional del tejido orbitario restante y se extrae en bloque el contenido de la cavidad. La pinza se debe dejar colocada para la hemostasia e iniciar la sutura de la piel; la misma se quita en el momento previo a colocar el último punto. La síntesis de la piel puede realizarse mediante varios patrones: sutura de Reverdin o entrelazada de Ford, Surgete simple o puntos horizontales en U discontinuos con capitones. La sutura debe ser hermética ya que en la cavidad va a haber un sangrado, con la posterior formación de un gran coágulo; la presión del mismo actuará como hemostática. La herida cicatrizará por primera intención si no hubo contaminación. Si es necesario dejar un drenaje, éste se localiza en el canto medial y normalmente se introduce una venda tipo cambric en zigzag embebida con un antiséptico suave. La misma se retira en los días posteriores a la cirugía.

En relación al posoperatorio el paciente debe mantenerse, en la medida de lo posible, en un piquete durante varios días para su observación y sobre todo controlar la hemostasia. Las suturas deben retirarse en 14 días para permitir la cicatrización completa de la piel. Se utilizan antibióticos de larga acción y antinflamatorios no esteroideos (AINES).

Las complicaciones posoperatorias pueden incluir infección simple de la incisión, infecciones orbitarias, dehiscencia de la sutura, infecciones significativas del tejido periorbitario o progresión de la neoplasia hacia el tejido óseo o los ganglios linfáticos regionales. Algunos pacientes a menudo presentan prurito luego de la cirugía, lo que puede provocar dehiscencia de la incisión debido al frotamiento de la cabeza. Si se observara un drenaje purulento durante el curso de la curación en un procedimiento de enucleación, se puede retirar un punto de la sutura discontinua en medial y lavar la cavidad con una solución antiséptica diluida diariamente hasta la resolución de la infección orbitaria.

Extirpación de quistes dermoides

Los quistes dermoides son un problema congénito que se presenta con relativa frecuencia en los bovinos. Se diagnostican fácilmente luego del nacimiento, se presentan como fragmentos de piel y pelos adheridos a la córnea, esclerótica, conjuntiva y/o párpados. La mayoría de los casos desarrollan conjuntivitis crónica con blefaropasmo y malestar ocular; asimismo se pueden presentar úlceras córneas debido a traumatismo directo e insuficiente distribución de la película lagrimal. Los dermoides pueden estar asociado a otras anomalías intraoculares por lo que suele ser necesario un examen oftálmico completo. Los dermoides deben ser removidos mediante una queratectomía laminar superficial. Ésta se realiza con mayor facilidad bajo el microscopio de operaciones o, en su defecto, con una lupa de magnificación. Esto último, junto a instrumental oftalmológico específico aseguran una intervención rápida y eficaz, con una buena cicatrización posoperatoria. Raramente es una cirugía que realizamos a campo, normalmente derivamos al paciente a la una clínica especializada o a un hospital universitario para que sea intervenido por un oftalmólogo bajo anestesia general. El tratamiento y cuidados posoperatorios son similares a los protocolos utilizados para tratamiento de úlceras corneales.

Bibliografía

- Abrahamsen EJ (2008) Chemical Restraint in Ruminants in: Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice (Vol 24, Issue 2, pp. 227-243). Saunders, Filadelfia: WB. USA.
- Garnero OJ, Perusia OR. (2002). Manual de Anestesias y Cirugía del Bovino. 2° edición. Imprenta San Cayetano, Esperanza, Santa Fe, Argentina.
- Hendrickson DE (2007). Techniques in Large Animal Surgery (Third edition). Blackwell Publishing. Iowa, USA.
- Irby NL. (2017). Surgery of the Eyes in: Fubibi S, Ducharme NG editros. Farm Animal Surgery, (2 ed., pp 145-173). Elsevier St. Louis, Missouri, USA.
- Schulz K (2008). Field Surgery of the Eye and Para-Orbital Tissues in: Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice (Vol 24, Issue 3, pp. 459-594). Saunders, Filadelfia: WB. USA.
- Stöber M (2005). Enfermedades de los órganos de los sentidos en: Dirksen, Gerrit; Hans-Dieter Gründer y Mattheaus Stöber (editores). Medicina Interna y Cirugía del Bovino. (4ta edición, Volumen 2, pp. 1059-1093) Inter-Médica, Buenos Aires, Argentina.

- Valverde A, Sindair M. (2017). Técnicas de Anestesia Local e Analgésicas em Suínos e Rumiantes en: **Kurt A. Grimm, Leigh A. Lamont, William J. Tranquilli, Stephen A. Greene, Sheilah A. Robertson (ed). Lumb & Jones. Anestesiologia e Analgesia em Veterinária. 5° edición. Roca. Brasil.**
- **Williams DL (2010). Production Animal Ophthalmology in:** Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice (Vol 26, Issue 3). Saunders, Filadelfia: WB. USA.

ASPECTOS NOVEDOSOS DE LA ENDOMETRITIS EN VACAS DE LECHE: ORIGEN, EFECTOS EN LA FERTILIDAD Y FUNDAMENTOS DEL TRATAMIENTO NO ANTIBIÓTICO

Osvaldo Bogado Pascottini

School of Veterinary Medicine, University College Dublin, Belfield, Dublin 4, Ireland

Autor correspondiente: Osvaldo Bogado Pascottini osvaldo.bogado@ugent.be

Resumen

La endometritis clínica (EC) es el resultado de una disbiosis bacteriana uterina con un aumento de la abundancia relativa de bacterias patógenas asociadas a daños en el epitelio luminal. Estas bacterias provocan la lisis de las células del estroma endometrial, seguida de una migración masiva de neutrófilos polimorfonucleares (PMN). Por lo tanto, EC es inflamación endometrial acompañada de secreción purulenta. La endometritis subclínica (ESC) es una enfermedad uterina asintomática definida por un umbral de PMN en la citología que se asocia a un rendimiento reproductivo pobre; no se ha relacionado con disbiosis bacteriana. Estudios actuales sugieren que la ESC es el resultado de una disfunción metabólica e inflamatoria que deteriora la función inmunitaria innata y la capacidad de los PMN endometriales de sufrir apoptosis, necrosis y, en última instancia, lograr la resolución de la inflamación. La EC y la SCE se diagnostican entre 3 y 5 semanas después del parto y suelen solaparse; se consideran manifestaciones distintas de enfermedad inflamatoria del tracto reproductivo. Ambas condiciones están asociadas a un detrimento en la tasa de fecundación al crear un entorno subóptimo para el transporte espermático, desarrollo embrionario temprano y la placentación afectando la fertilidad del rebaño lechero a corto y largo plazo. Varios tratamientos han sido explorados en los últimos 20 años, pero hasta la fecha no se dispone de una terapia eficaz no antibiótica. Esta revisión aborda el origen, efectos en la fertilidad y fundamentos de tratamientos no antibióticos de la EC y la ESC en vacas lecheras.

Palabras clave: bovino, útero, infección, preñez, resistencia bacteriana.

Introducción

Las vacas lecheras se enfrentan al trauma del canal del parto, el desprendimiento de la placenta, inflamación sistémica y estrés metabólico, inmunosupresión y cambios del microbiota uterino en el período del postparto temprano (Sheldon et al. 2008, Pascottini & LeBlanc 2020a). La incapacidad para hacer frente a uno o más de estos retos puede resultar en el desarrollo de diferentes tipos de enfermedades inflamatorias del tracto reproductivo, que afectan hasta al 50% de las vacas lecheras (LeBlanc 2014). Dentro de los 21 días posparto (pero más a menudo entre 3 y 10 días posparto) las vacas lecheras pueden desarrollar metritis (Sheldon et al. 2019). Histológicamente, la metritis abarca la inflamación de todas las capas uterinas (endometrio, miometrio y perimetrio) y se caracteriza clínicamente por una secreción uterina fétida, que puede ser de color marrón rojizo y acuosa o purulenta y viscosa, a menudo con un útero agrandado y flácido (Sheldon et al. 2019). Las vacas sanas se adaptan a los cambios asociados con el período posparto y montan una respuesta inmune e inflamatoria robusta en su tracto reproductivo. Sin embargo, la presencia de secreción purulenta en la vagina después de 21 días posparto se asocia con un rendimiento reproductivo deteriorado. Cuando este flujo purulento se diagnostica mediante un especulo vaginal, con la mano enguantada o con el metricheck (McDougall et al. 2007, Pleticha et al. 2009) sin realizar citología endometrial ni biopsia, se desconoce su origen (Dubuc et al. 2010a), y la afección se denomina simplemente descarga vaginal purulenta (DVP). Esta DVP puede estar asociada a una endometritis, cervicitis o, en raras ocasiones, vaginitis, o una combinación de estas (Dubuc et al. 2010a, Deguillaume et al. 2012).

El endometrio es el revestimiento más interno del útero y consta de dos capas. El *estrato esponjoso* (o *basal*) es la capa más profunda (rica en glándulas endometriales) y se une al miometrio subyacente, y el *estrato compacto* (o *funcional*) es la capa superficial que recubre la cavidad uterina. Histológicamente, la endometritis se refiere a una inflamación no más profunda que el estrato *esponjoso* e implica daños en el epitelio luminal, congestión vascular, edema e infiltración con células inflamatorias, sobre todo macrófagos y neutrófilos polimorfonucleares (PMN) (Bondurant 1999). La endometritis es una característica fisiológica posparto necesaria para la reparación de los tejidos y para evitar disbiosis. Sin embargo, su persistencia más allá de los 21 días postparto es patológica. La endometritis puede presentarse con o sin secreción

purulenta. La endometritis clínica (EC) es la DVP con inflamación endometrial diagnosticada mediante citología (normalmente > 5% de PMN) (Dubuc et al. 2010a). La endometritis subclínica (ESC) no es visible a simple vista (por definición, no hay DVP), por lo que la ESC se diagnostica mediante citología endometrial (típicamente > 5% PMN) (Dubuc et al. 2010a, Wagener et al. 2017).

Se han descrito algunos eventos fisiopatológicos que impulsan la enfermedad inflamatoria del tracto reproductivo en el ganado lechero (Sheldon et al. 2009, Wagener et al. 2017, Pascottini & LeBlanc 2020a), pero aún queda mucho por desentrañar sobre la naturaleza y los desencadenantes de las diferentes manifestaciones de la enfermedad. Hasta hace poco, el paradigma era que un útero sano está libre de bacterias (patógenas), y que la enfermedad uterina está causada por la infección con bacterias patógenas dentro de la cavidad uterina. Sin embargo, con la llegada de métodos bacteriológicos independientes de los cultivos (secuenciación del gen ARNr 16s y análisis metagenómico), se demostró que las bacterias potencialmente patógenas suelen estar presentes en el útero sano, pero se mantienen en baja abundancia relativa gracias a las "bacterias beneficiosas" en combinación con una función adecuada del sistema inmunitario (Jeon et al. 2015, Knudsen et al. 2016, Clemmons et al. 2017). La migración robusta de PMN al lumen uterino justo después del parto es necesaria para la salud uterina (Gilbert & Santos 2016, Prunner et al. 2014, Pascottini et al. 2020a), aunque hay poca información sobre la viabilidad y la función de estos PMN endometriales. Otras investigaciones se han centrado en los efectos del estado mineral y energético y el nivel de inflamación sistémica sobre el estado inmunitario y la salud del útero (Dubuc et al. 2010b, Cheong et al. 2011, Martínez et al. 2012). Esencialmente, todas las vacas lecheras de alto rendimiento experimentan un cierto grado de hipocalcemia, balance energético negativo e inflamación sistémica al inicio de la lactación (Sordillo & Raphael 2013, Pascottini et al. 2022). Sin embargo, algunas vacas son más resistentes, es decir, más capaces de adaptarse a estos retos metabólicos y mantener la homeostasis uterina (Sheldon et al. 2020).

El objetivo de las explotaciones de vacuno de leche es que las vacas queden preñadas en un momento biológicamente óptimo y económicamente rentable tras el parto. Numerosos datos han documentado que las vacas lecheras con endometritis tienen una menor probabilidad de preñez en la primera inseminación, mayores pérdidas de preñez o una menor tasa de preñez durante la lactancia (Denis-Robichaud & Dubuc 2015a; Dubuc et al., 2010a; Pascottini et al., 2017). Tomando todo esto en conjunto, el efecto perjudicial de la endometritis en el tiempo hasta la preñez es de alguna manera similar entre los estudios y se informa que es de alrededor de 30 días (las vacas afectadas necesitan en promedio 30 días más para quedar preñadas que las vacas no afectadas) (Dubuc et al., 2010a; LeBlanc et al., 2002). Sin embrago, no hay mucha información disponible en como la endometritis causa sus efectos deletéreos en la fertilidad desde el punto de vista fisiopatológico.

La resistencia a los antibióticos puede aparecer de forma natural, pero el uso indiscriminado de antimicrobianos puede acelerar exponencialmente el proceso. Hoy en día, la resistencia a los antibióticos es una de las principales amenazas mundiales para la salud y la seguridad alimentaria. En el sector agrícola, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda evitar el uso de antimicrobianos para promover el crecimiento o prevenir enfermedades, y en el caso de enfermedades clínicas, la OMS promueve activamente alternativas a los tratamientos antimicrobianos cuando están disponibles. La endometritis no es una enfermedad potencialmente mortal, y la terapia antimicrobiana se basa sobre todo en mejorar la fertilidad en futuros ciclos reproductivos. Sin embargo, la terapia antimicrobiana no es la única opción disponible, hay múltiples líneas de investigación emergentes destinadas a tratar (y curar) la endometritis de una manera más sostenible.

De acuerdo con lo descrito anteriormente, esta revisión resume aspectos básicos de la fisiopatología de la EC o ESC en vacas lecheras y sus efectos en la fertilidad. Además, brevemente discute sobre aspectos novedosos del tratamiento no antibiótico de la EC y la ESC.

Fisiopatología de la endometritis

Tras el parto, el endometrio y el canal del parto de las vacas lecheras son dañados, y dependerá en gran medida de la robustez del sistema inmunitario mantener eubiosis dentro de la cavidad uterina (Sheldon et al., 2019; Pascottini & LeBlanc, 2020a). Aunque las bacterias potencialmente patógenas están comúnmente presentes en el tracto genital de las vacas sanas (Galvão et al., 2019), se mantienen en números relativamente bajos por la modulación adecuada de la inflamación, y probablemente por moléculas de señalización de "bacterias beneficiosas" dentro del mismo ecosistema (Pascottini & LeBlanc, 2020a). No obstante, fallos en la adaptación al estrés metabólico provocado por la elevada producción de leche (en

particular, altos niveles circulantes de ácidos grasos no esterificados y β-hidroxibutirato) en el periodo posparto de las vacas lecheras debilita la función inmunitaria innata y, en consecuencia, pueden desarrollarse enfermedades uterinas (Pascottini et al., 2022). Literatura reciente comprueban que la génesis de las enfermedades uterinas en las vacas lecheras en el posparto radica en el desequilibrio de la siguiente trifecta: función inmunitaria, cambios en la microbiota y estrés metabólico (**Figura 1**).

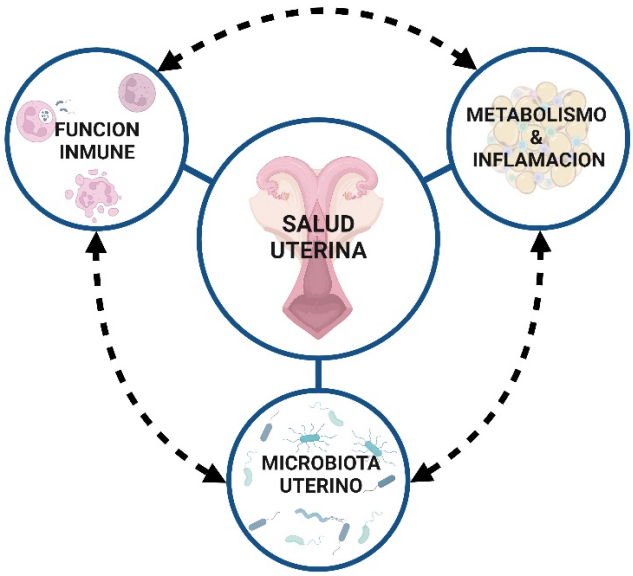


Figura 1. Inflamación, estrés metabólico, disfunción inmunitaria y cambios en la composición del microbiota uterino son fenómenos comunes que se producen en el periodo postparto temprano de las vacas lecheras. Estos fenómenos están perfectamente regulados en vacas sanas, pero una falla en la adaptación en uno o más de estos fenómenos desencadena en el desarrollo de endometritis clínica o subclínica.

Métodos dependientes de cultivo, así como independientes de cultivo (secuenciación del gen 16s rRNA y análisis metagenómico), encontraron asociaciones entre bacterias patógenas y EC (Galvão et al., 2019). En otras palabras, la disbiosis del microbiota uterino asociado con mayores abundancias de *Bacteroides*, *Ureaplasma*, *Helcoccus*, *Fusobacterium*, *Trueperella* y/o *Porphyromonas* son responsables de las descargas uterinas purulentas observadas en vacas con EC. En particular, *Trueperella pyogenes* es la bacteria más comúnmente recuperada en muestras uterinas recogidas y cultivadas de vacas con EC (Carneiro et al., 2016; Gilbert & Santos 2016; Williams et al., 2005) y a menudo aparece en mayor abundancia relativa (en comparación con úteros sanos) en estudios basados en secuenciación génica (Machado et al., 2012; Miranda-CasoLuengo et al., 2019; Pascottini et al. 2020b). Por el contrario, la ESC no se ha asociado con disbiosis bacteriana (Pascottini et al., 2020b; Wang et al., 2018). Los datos actuales apoyan la hipótesis de que la ESC es el resultado de una mala adaptación al balance energético negativo y la desregulación de la inflamación en lugar de una infección uterina (Pascottini & LeBlanc, 2020b; Wagener et al., 2017). Brevemente, el balance energético negativo excesivo y la inflamación sistémica en la segunda semana posparto caracterizada por altos niveles circulantes de ácidos grasos no esterificados, β-hidroxibutirato y haptoglobina son los principales factores de riesgo para el ESC (Cheong et al., 2011; Dubuc et al., 2010b). Los PMN circulantes expuestos a este entorno "vicioso" se vuelven disfuncionales al llegar al útero posparto (Lietaer et al., 2022). Por disfuncionalidad de los neutrófilos, se entiende a capacidades funcionales alteradas, como la hipersensibilidad a desgranulación y formar trampas extracelulares, que tienen efectos nocivos secundarios en los tejidos circundantes, y una capacidad fagocítica insuficiente. Además, los PMN disfuncionales son incapaces de someterse a la apoptosis y abandonar el tracto genital para lograr la eliminación uterina (Lietaer et al., 2023). Se cree que esta desregulación de la función inmunitaria innata causa la inflamación aséptica persistente del endometrio, también conocida como ESC.

Endometritis y su efecto en la fertilidad

Cuando la involución uterina es incompleta debido a una persistencia inflamatoria (endometritis), tanto los productos bacterianos remanentes como los mediadores inflamatorios endógenos pueden perjudicar el desarrollo embrionario e

interrumpir la preñez. La leche uterina se compone de moléculas sintetizadas y secretadas por los epitelios glandular y luminal del endometrio, así como transportadas selectivamente desde la sangre (Ramos et al., 2015). La secreción endometrial y el transporte de moléculas al lumen uterino son procesos delicados, programados espacial y temporalmente (Sponchiado et al., 2017). Una mejor comprensión de la fisiología que subyace a la diafonía embrión-madre es vital para reducir la mortalidad embrionaria temprana. El desarrollo embrionario preimplantacional requiere una regulación óptima del metabolismo celular. Una alteración en la disponibilidad de nutrientes puede afectar la homeostasis metabólica y provocar la detención del desarrollo embrionario o la mortalidad embrionaria precoz (Leese et al., 2008). Otros efectos más sutiles pueden provocar alteraciones epigenéticas que den lugar a una implantación reducida y ocasionalmente malformaciones fetales (Wyman et al., 2008). Una regulación estricta del medio embrionario podría no estar asegurada en vacas con EC o ESC, ya que los cambios bioquímicos asociados a dichos trastornos se reflejan en la composición de los fluidos uterinos y oviductales (Jordaens et al., 2017). Jordaens et al. (2017) demostraron que las concentraciones elevadas de ácidos grasos no esterificados perturban el metabolismo y la función de barrera del epitelio oviductal, lo que puede perjudicar el desarrollo de los cigotos. Rizos et al. (2010) demostraron en un modelo de transferencia de embriones bovinos que el oviducto en vacas metabólicamente comprometidas es menos capaz de soportar el crecimiento de un cigoto recién formado. El metabolismo de la madre puede afectar a la calidad, los patrones de expresión génica, el contenido lipídico y el metabolismo del embrión antes de la implantación (Leroy et al., 2004; Wrenzycki. et al., 2010). Estos datos ponen de relieve el hecho de que, aunque el ovocito es claramente un actor clave para explicar la subfertilidad en vacas lecheras (Leroy et al., 2008), no se debe descuidar un importante papel aditivo del tracto reproductivo y el impacto sobre la viabilidad del embrión antes de la implantación.

La inflamación uterina también puede asociarse con un desarrollo folicular deficiente. Altas concentraciones de citoquinas pro- inflamatorias y productos bacterianos asociadas a la enfermedad uterina suprimen la aromatización del estradiol de las células de la granulosa y el crecimiento folicular (Sheldon et al. 2002; Gilbert, 2012; Bromfield et al., 2015). Además, la inflamación sistémica también puede perjudicar la secreción de LH, sobre todo debido a las altas concentraciones séricas de endotoxinas originadas por infecciones uterinas (Peter et al, 1990). Cheong et al., (2017) demostraron mayores niveles de endotoxinas en el fluido folicular en comparación con la sangre. Las vacas con una respuesta inflamatoria uterina inicial robusta (>35% de PMN en la citología endometrial dentro de las 24 h después del parto), tuvieron más probabilidades de tener un primer folículo dominante ovulatorio. Esta primera migración y función uterinas rápidas de los PMN se consideran esenciales para eliminar patógenos potenciales en su fase inicial de replicación y se asocian a una mejor eliminación uterina tras el parto. Por consiguiente, las vacas de ovulación temprana presentan niveles intrafoliculares de endotoxina inferiores a los de las vacas de ovulación tardía. Estos resultados concuerdan con la hipótesis de que una inflamación fuerte pero bien regulada tras el parto se asocia con la salud uterina, y las vacas que no lo consiguen tienen un mayor riesgo de desarrollar enfermedades uterinas (Pascottini & LeBlanc, 2021a). La razón de las mayores concentraciones de endotoxinas en el fluido folicular puede estar asociada a la íntima relación anatómica entre las arterias ováricas y las venas uterinas, indispensable para la transferencia local de prostaglandina desde el endometrio al ovario (Knickerbocker et al., 1988). Sin embargo, esta peculiaridad anatómica también puede facilitar la transferencia de productos inflamatorios y bacterianos a los ovarios, afectando así al entorno folicular (Gilbert, 2012). Esta teoría apoya los datos de campo que demuestran que las vacas EC tienen menos probabilidades de ovular pronto, y si ovulan, los folículos son más pequeños y secretan menos estradiol (Galvao et al., 2010). La ovulación de dichos folículos también produce cuerpos lúteos más pequeños con menor secreción de progesterona (Sheldon et al. 2002). Además, estudios *in vitro* demostraron que la suplementación con citoquinas proinflamatorias al medio de maduración induce alteraciones en el perfil de expresión génica de los ovocitos (Piersanti et al., 2019). Esto puede conducir a un deterioro de la maduración de los ovocitos, el desarrollo embrionario y la supervivencia, explicando en parte la alteración de la fertilidad en vacas que experimentan endometritis (**Figura 2**).

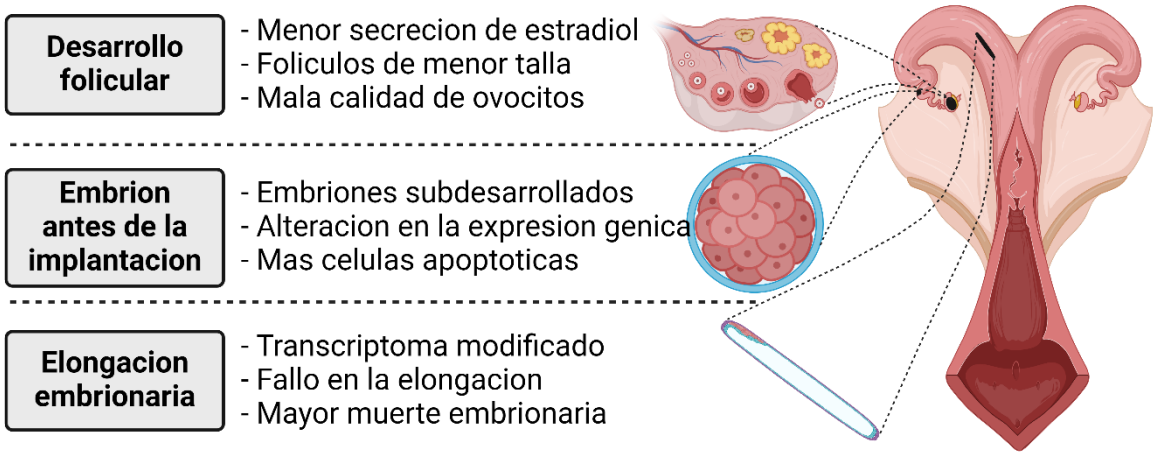


Figura 2. Ilustración esquemática de los efectos de la endometritis y sus consecuencias sobre la fertilidad. La inflamación uterina produce efectos deletéreos en el aparato reproductor en varios niveles, como el desarrollo folicular, la calidad ovocitaria y los entornos oviductal y uterino.

Fundamentos del tratamiento no antibiótico

La EC es el resultado de una disbiosis con una mayor abundancia relativa de bacterias patógenas. Por lo tanto, es comprensible que el tratamiento antimicrobiano local tras un diagnóstico preciso de EC sea una opción viable. De hecho, hay pruebas de que las vacas con EC tienen un mejor rendimiento reproductivo cuando se tratan con una única infusión intrauterina de cefapirina (cefalosporina de primera generación) en el momento de su diagnóstico, en comparación con no recibir ningún tratamiento (Denis-Robichaud & Dubuc, 2015b; Lefebvre & Stock, 2012). Sin embargo, dado que la EC no es una afección potencialmente mortal y que la resistencia a los antibióticos es un grave problema de salud pública, puede ser discutible si el uso de terapia antimicrobiana para la EC es un tratamiento sostenible. Hace algunos años, se informó de que una o dos inyecciones de prostaglandina-F2α o sus análogos mejoraban el rendimiento reproductivo y aceleraban la curación de la EC; sin embargo, se sugirió que estos ensayos carecían de definiciones claras de la enfermedad o de potencia estadística (LeBlanc et al., 2011). Además, los estudios de revisión y metaanálisis no revelaron curación ni mejora del rendimiento reproductivo de las vacas con ESC tras el tratamiento con prostaglandina-F2α (Haimerl et al., 2013; Lefebvre & Stock, 2012).

La terapia no antibiótica para EC ha sido considerada por numerosos autores. La infusión intrauterina de dextrosa al 50% (200 mL) tuvo resultados controvertidos en la tasa de curación (Ahamadi et al., 2019; Brick et al., 2012; Machado et al., 2015) aunque en un estudio, la fertilidad mejoró tras el tratamiento (Ahamadi et al., 2019). La infusión intrauterina de extractos de hierbas, ozono o suero análogo se experimentó en otros estudios (Heuwieser et al., 2000; Escandón et al., 2020; Eshghi et al., 2022; Paiano et al., 2022), pero de nuevo, la mayoría de ellos carecían de potencia estadística o de un diseño de estudio adecuado (aleatorización y diseño 'double-blind'). En cuanto al ESC, sorprendentemente, un estudio amplio y bien diseñado encontró un beneficio del uso de cefapirina intrauterina en el diagnóstico de ESC sobre la tasa de concepción en el primer servicio (Denis-Robichaud & Dubuc, 2015b). Potencialmente, algunos casos de ESC pueden estar asociados con un retraso en la involución uterina (vacas recuperándose de metritis o EC) o simplemente porque hubo una baja precisión en el diagnóstico de ESC al realizar (o evaluar) la citología endometrial (de Boer et al., 2014). El lavado uterino con solución salina puede ayudar a limpiar el útero y reducir la proporción de células inflamatorias, pero no es práctico como tratamiento de campo (Dini et al., 2015).

La modulación de la función inmunitaria es clave para salvaguardar la salud uterina. En este sentido, existen líneas de investigación emergentes que ayudan a mitigar el deterioro de la función inmune en el periodo de transición, incluyendo la terapia antiinflamatoria preventiva, la administración periparto del factor estimulante de colonias de granulocitos, la IL-8 recombinante intrauterina y la modulación del metabolismo del calcio en forma de sales aniónicas, entre otras. La acción y las aplicaciones potenciales de estos moduladores inmunitarios fueron revisadas recientemente por Pascottini y LeBlanc (2020a).

Los probióticos han surgido como una herramienta sostenible para prevenir las enfermedades uterinas mediante la

modificación de la microflora (Wieërs et al., 2020). La cooperación entre bacterias no sólo es típica de los patógenos durante la infección, también se ha documentado el sinergismo entre los *lactobacillus* (LAB) para controlar el crecimiento de bacterias patógenas y potenciar el sistema inmunitario del huésped, y se ha utilizado como estrategia para combatir la enfermedad uterina en las vacas. Genis et al. (2017) administraron por vía intravaginal un cóctel de *lactobacillus* (LAB) consistente en *Lactobacillus rhamnosus*, *Pedicoccus acidilactici* y *Lactobacillus reuteri*. Los autores descubrieron que los LAB no persistían en el endometrio, pero se detectó una menor expresión de β-defensina y MUC1, dos indicadores de infección uterina, en el endometrio. En un estudio reciente, se utilizaron vacas Holstein de 2 explotaciones lecheras 3 semanas antes de la fecha prevista del parto (Madureira et al., 2023). Las vacas fueron asignadas aleatoriamente a recibir una administración intravaginal de una mezcla de LAB (*Lactobacillus rhamnosus*, *Pediococcus acidilactici* y *Lactobacillus reuteri*; la misma combinación descrita por Genis et al., 2017) suspendida en solución salina frente a un placebo (sólo solución salina). El tratamiento probiótico redujo la incidencia de ESC en una de las dos explotaciones, mientras que en la otra granja no se diagnosticó ESC. Además, los autores observaron un aumento del riesgo de concepción en las multíparas que recibieron tratamiento con LAB en comparación con las multíparas control. Este efecto no se observó en las primíparas. Los autores concluyeron que manejo animal puede desempeñar un papel importante en el éxito del tratamiento con LAB y que los probióticos tienen efectos beneficiosos limitados sobre la fertilidad. Todavía no se ha explorado el uso de probióticos como coadyuvantes tras el tratamiento antimicrobiano intrauterino (o cualquier otro tratamiento) para restaurar el microbiota uterino. En resumen, actualmente no se dispone en la práctica de un tratamiento no antibiótico validado para la EC o ESC.

Conclusiones

La EC se caracteriza por una disbiosis uterina y una infección bacteriana que suele ser consecuencia de un traumatismo excesivo y una respuesta inmunitaria inadecuada (**Figura 3**). La ESC no está asociada a la disbiosis uterina. La hipótesis de que la ESC es el resultado de una mala adaptación al periodo de transición que incluye un estrés metabólico excesivo, lo que provoca una disfunción inmunitaria (**Figura 3**). Por lo tanto, el parto en condiciones corporales óptimas, la gestión adecuada de la alimentación (entrega a tiempo, composición correcta y espacio adecuado en el comedero), la higiene del corral de parto, las intervenciones obstétricas limpias y hábiles, y la prevención de la retención de placenta son estrategias clave para prevenir las enfermedades inflamatorias del tracto reproductivo. Sin embargo, una vez establidas, las enfermedades uterinas inducen cambios moleculares y estructurales en los fluidos foliculares y del tracto reproductivo, el microambiente en el que se produce la maduración de los ovocitos, la fecundación y el desarrollo embrionario. Por lo tanto, la EC y la ESC están asociadas a una baja fertilidad a corto y mediano plazo. En el futuro, la modulación selectiva de la respuesta inmunitaria innata en torno al parto ayudaría a controlar o tratar las enfermedades uterinas. La comprensión de la dinámica microbiana que causa las infecciones en el útero permitirá desarrollar nuevas alternativas a los antibióticos para prevenir y tratar las infecciones uterinas.

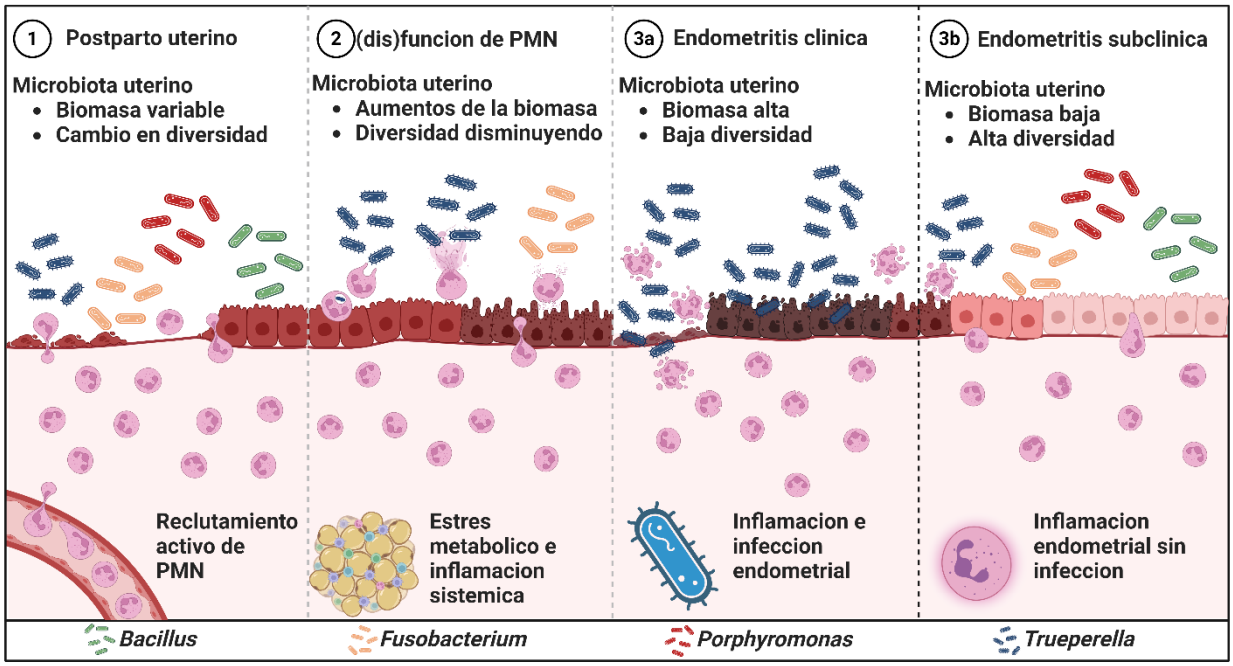


Figura 3. Acontecimientos posparto asociados al desarrollo de endometritis clínica o subclínica en vacas lecheras. 1) La migración robusta y rápida de neutrófilos a la cavidad uterina justo después del parto es necesaria para permitir la reparación tisular y el control de la disbiosis bacteriana. 2) El balance energético negativo exacerbado y la inflamación sistémica están asociados a la disfunción de los neutrófilos. 3a) La endometritis clínica es el resultado de la disbiosis bacteriana y la infección, que a menudo son consecuencia de un traumatismo excesivo y una respuesta inmunitaria inadecuada. 3b) La endometritis subclínica es el resultado de una inadaptación al periodo de transición, incluido un estrés metabólico excesivo, que provoca una disfunción inmunitaria en ausencia de disbiosis bacteriana.

Referencias

Ahmadi, M.R.; Makki, M.; Mirzaei, A.; Gheisari, H.R. Effects of hypertonic dextrose and paraffin solution as non-antibiotic treatments of clinical endometritis on reproductive performance of high producing dairy cows. Reprod. Domest. Anim. 2019, 54, 762–771.

Bondurant, R. 1999. Inflammation in the bovine female reproductive tract. J. Anim. Sci. 77:101-10.

Brick, T.A.; Schuenemann, G.M.; Bas, S.; Daniels, J.B.; Pinto, C.; Rings, D.M.; Rajala-Schultz, P.J. Effect of intrauterine dextrose or antibiotic therapy on reproductive performance of lactating dairy cows diagnosed with clinical endometritis. J. Dairy Sci. 2012, 95, 1894–1905.

Bromfield, J.J., Santos, J.E.P., Block, J., Williams, R.S., and Sheldon, I.M. 2015. Physiology and endocrinology symposium: Uterine infection: Linking infection and innate immunity with infertility in the high-producing dairy cow. Journal of Animal Science, 93: 2021–2033.

Carneiro, L. C., J. G. Cronin, and I. M. Sheldon. 2016. Mechanisms linking bacterial infections of the bovine endometrium to disease and infertility. Reprod. Biol. 16:1-7.

Cheong S. H., D. V. Nydam, K. N. Galvao, B. M. Crosier, and R.O. Gilbert. 2011. Cow-level and herd-level risk factors for subclinical endometritis in lactating Holstein cows. J. Dairy. Sci. 94:762e70.

Cheong, S.H., Sa Filho, O.G., Absalon-Medina, V.A., Schneider, A., Butler, W.R., and Gilbert, R.O. 2017. Uterine and systemic inflammation influences ovarian follicular function in postpartum dairy cows. PLoS ONE, 12: e0177356.

Clemmons, B. A., S. T. Reese, F. G. Dantas, G. A. Franco, T. P. L. Smith, O. I. Adeyosoye, K. G. Pohler, and P. R. Myer. 2017. Vaginal and uterine bacterial communities in postpartum lactating cows. Front. Microbiol. 8:1047.

de Boer MW, LeBlanc SJ, Dubuc J, Meier S, Heuwieser W, Arlt S, Gilbert RO, McDougall S. 2014. Invited review: Systematic

review of diagnostic tests for reproductive-tract infection and inflammation in dairy cows. J Dairy Sci. 97(7):3983-3999. doi: 10.3168/jds.2013-7450.

Deguillaume, L., A. Geffre, L. Desquilbet, A. Dizien, S. Thoumire, C. Vorniere, F. Constant, R. Fournier, and S. Chastant-Maillard. 2012. Effect of endocervical inflammation on days to conception in dairy cows. J. Dairy. Sci. 95:1776e83.

Denis-Robichaud, J.; Dubuc, J. Determination of optimal diagnostic criteria for purulent vaginal discharge and cytological endometritis in dairy cows. 2015a. J. Dairy Sci. 98: 6848–6855.

Denis-Robichaud, J., and J. Dubuc. 2015b. Randomized clinical trial of intrauterine cephapirin infusion in dairy cows for the treatment of purulent vaginal discharge and cytological endometritis. J. Dairy Sci. 98:6856–6864.

Dini, P., M. Farhoodi, M. Hostens, M. Van Eetvelde, O. B. Pascottini, M. H. Fazeli, and G. Opsomer. 2015. Effect of uterine lavage on neutrophil counts in postpartum dairy cows. Anim. Reprod. Sci. 158:25–30.

Dubuc, J., T. F. Duffield, K. E. Leslie, J. S. Walton, and S. J. LeBlanc. 2010a. Definitions and diagnosis of postpartum endometritis in dairy cows. J. Dairy Sci. 93:5225-5233.

Dubuc, J., T. F. Duffield, K. E. Leslie, J. S. Walton, and S. J. LeBlanc. 2010b. Risk factors for postpartum uterine diseases in dairy cows. J. Dairy Sci. 93:5764-5771.

Escandón BM, Espinoza JS, Perea FP, Quito F, Ochoa R, Lopez GE, Galarza DA, Garzón JP. Intrauterine therapy with ozone reduces subclinical endometritis and improves reproductive performance in postpartum dairy cows managed in pasture-based systems. Trop Anim Health Prod. 2020.

Eshghi, D., M. Kafi, H. Sharifiyazdi et al., “Intrauterine infusion of blood serum of dromedary camel improves the uterine health and fertility in high producing dairy cows with subclinical endometritis. Animal Reproduction Science, vol. 240, p. 106973, 2022.

Galvão, K. N., M. J. B. F. Flaminio, S. B. Brittin, R. Sper, M. Fraga, L. Caixeta, A. Ricci, C. L. Guard, W. R. Butler, and R.O. Gilbert. 2010. Association between uterine disease and indicators of neutrophil and systemic energy status in lactating Holstein cows. J. Dairy. Sci. 93:2926e37.

Galvão, K. N., R. C. Bicalho, and S. J. Jeon. 2019. Symposium review: The uterine microbiome associated with the development of uterine disease in dairy cows. J. Dairy Sci. 102:11786-11797.

Genís S, Bach À, Arís A. Effects of intravaginal lactic acid bacteria on bovine endometrium: Implications in uterine health. Veterinary Microbiology. 2017; 204:174-9.

Gilbert, R. O. and N. R. Santos. 2016. Dynamics of postpartum endometrial cytology and bacteriology and their relationship to fertility in dairy cows. Theriogenology 85:1367-1374.

Gilbert, R.O. 2012. The effects of endometritis on the establishment of pregnancy in cattle. Reproduction Fertility and Development, 24: 252–257

Haimerl P, Heuwieser W, Arlt S. Therapy of bovine endometritis with prostaglandin F2α: A meta-analysis. J Dairy Sci 2013;96: 2973–2987.

Heuwieser, W., Tenhagen, B.A., Tischer, M., Luhr, J., Blum, H., 2000. Effect of three programmes for the treatment of endometritis on the reproductive performance of a dairy herd. Veterinary Record 146, 338–341.

Jeon, S. J., A. Vieira-Neto, M. Gobikrushanth, R. Daetz, R. D. Mingoti, A. C. Parize, S. L. de Freitas, A. N. da Costa, R. C. Bicalho, S. Lima, K. C. Jeong, and K. N. Galvao. 2015. Uterine microbiota progression from calving until establishment of metritis in dairy cows. Appl. Environ. Microbiol. 81:6324-6332.

Jordaens, L., Van Hoeck, V., De Bie, J., Berth, M., Marei, W.F.A., Desmet, K.L.J., Bols, P.E.J., and Leroy, J. 2017. Non-esterified fatty acids in early luteal bovine oviduct fluid mirror plasma concentrations: An ex vivo approach. Reproductive Biology, 17: 281–284

Knickerbocker, J.J., Wiltbank, M.C., and Niswender, G.D. 1988. Mechanisms of luteolysis in domestic livestock. Domestic

Animal Endocrinology, 5: 91-107

Knudsen, L. R., C. C. Karstrup, H. G. Pedersen, O. Angen, J. S. Agerholm, E. L. Rasmussen, T. K. Jensen, and K. Klitgaard. 2016. An investigation of the microbiota in uterine flush samples and endometrial biopsies from dairy cows during the first 7 weeks postpartum. Theriogenology 86:642-650.

LeBlanc S. J. 2014. Reproductive tract inflammatory disease in postpartum dairy cows. Animal 8:54e63.

LeBlanc, S. J., T. F. Duffield, K. E. Leslie, K. G. Bateman, G. P. Keefe, J. S. Walton, and W. H. Johnson. 2002. Defining and diagnosing postpartum clinical endometritis and its impact on reproductive performance in dairy cows. J. Dairy Sci. 85:2223-2236.

LeBlanc, S.J.; Osawa, T.; Dubuc, J. Reproductive tract defense and disease in postpartum dairy cows. Theriogenology 2011, 76, 1610–1618.

Leese, H.J., Baumann, C.G., Brison, D.R., McEvoy, T.G., and Sturmey, R.G. 2008 etabolism of the viable mammalian embryo: quietness revisited. Molecular Human Reproduction, 14: 667–672.

Lefebvre RC, Stock AE. Therapeutic efficiency of anti-biotics and prostaglandin F2α in postpartum dairy cows with clinical endometritis: An evidence-based evaluation. Vet Clin North Am Food Anim Pract 2012;28: 79–96

Leroy, J.L.M.R., Vanholder, T., Delanghe, J.R., Opsomer, G., Van Soom, A., Bols, P.E.J., Dewulf, J., and de Kruif, A. 2004. Metabolic changes in follicular fluid of the dominant follicle in high-yielding dairy cows early postpartum. Theriogenology, 62:1131e43.

Leroy, J.L., Opsomer, G., Van Soom, A., Goovaerts, I.G.F., and Bols, P.E. 2008. Reduced fertility in high-yielding dairy cows: are the oocyte and embryo in danger? Part I. The importance of negative energy balance and altered corpus luteum function to the reduction of oocyte and embryo quality in high-yielding dairy cows. Reproduction in Domestic Animals, 43: 612–622.

Lietaer, L., O. B. Pascottini, S. Heirbaut., K. Demeyere, L. Vandaele, E. Meyer, V. Fievez, and Opsomer, G. 2022. Quantitative and functional dynamics of circulating and endometrial polymorphonuclear leukocytes in healthy peripartum dairy cows. Theriogenology 178:50-59.

Lietaer, L., O. B. Pascottini, S. Heirbaut., K. Demeyere, L. Vandaele, E. Meyer, V. Fievez, J.L.M.R. Leroy and Opsomer, G. 2023. Viability and function dynamics of circulating versus endometrial polymorphonuclear leukocytes in postpartum dairy cows with subclinical or clinical endometritis. J. Dairy Sci. 106:3436-3447.

Machado, V. S., G. Oikonomou, M. L. Bicalho, W. A. Knauer, R. Gilbert, and R. C. Bicalho. 2012. Investigation of postpartum dairy cows' uterine microbial diversity using metagenomic pyrosequencing of the 16S rRNA gene. Vet. Microbiol. 159:460-469.

Machado, V.; Oikonomou, G.; Ganda, E.; Stephens, L.; Milhomem, M.; Freitas, G.; Zinicola, M.; Pearson, J.; Wieland, M.; Guard, C. The effect of intrauterine infusion of dextrose on clinical endometritis cure rate and reproductive performance of dairy cows. J. Dairy Sci. 2015, 98, 3849–3858.

Madureira AML, Burnett TA, Boyd CT, Baylão M, Cerri RLA. Use of intravaginal lactic acid bacteria prepartum as an approach for preventing uterine disease and its association with fertility of lactating dairy cows. J. of Dairy Sci. 2023; 106: 4860-4873.

Martinez N, C. A. Risco, F. S. Lima, R. S. Bisinott, L. F. Greco, E. S. Ribeiro, F. Maunsell, K. Galvao, and J. E. P. 2012. Santos. 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. 95:7158e72.

McDougall, S., R. Macaulay, and C. Compton. 2007. Association between endometritis diagnosis using a novel intravaginal device and reproductive performance in dairy cattle. Anim. Reprod. Sci. 99:9-23.

Miranda-CasoLuengo, R., J. Lu, E. J. Williams, A. A. Miranda-CasoLuengo, S. D. Carrington, A. C. O. Evans, and W. G. Meijer. 2019. Delayed differentiation of vaginal and uterine microbiomes in dairy cows developing postpartum endometritis. PLoS One 14:e0200974.

Pascottini, O.B., and S. J. LeBlanc. 2020a. Modulation of immune function in the bovine uterus peripartum. Theriogenology 150:193-200.

Pascottini, O. B., S. J. Van Schyndel, J. F. W. Spricigo, M. R. Carvalho, B. Mion, E. S. Ribeiro, and S. J. LeBlanc. 2020a. Effect of anti-inflammatory treatment on systemic inflammation, immune function, and endometrial health in postpartum dairy cows. Sci. Rep. 10:5236.

Pascottini, O.B., S. J. Van Schyndel, J. F. W. Spricigo, J. Rousseau, J. S. Weese, and S. J. LeBlanc. 2020b. Dynamics of uterine microbiota in postpartum dairy cows with clinical or subclinical endometritis. Sci. Rep. 10:12353.

Pascottini, O. B., J. L. M. Leroy, and G. Opsomer. 2022. Maladaptation to the transition period and consequences on fertility of dairy cows. Reprod. Domest. Anim. 00:1-12.

Pascottini, O. B., and S. J. LeBlanc. 2020b. Metabolic markers for purulent vaginal discharge and subclinical endometritis in dairy cows. Theriogenology 155:28-43.

Pascottini, O.B., Hostens, M., Sys, P., Vercauteren, P., and Opsomer, G. 2017. Cytological endometritis at artificial insemination in dairy cows: Prevalence and effect on pregnancy outcome. Journal of Dairy Science, 100: 588–97.

Paiano RB, Baruselli PS. The use of herbal treatments as alternatives to control uterine diseases in dairy cows. Trop Anim Health Prod 2022;54:148.

Peter, A.T., Simon, J.E., Luker, C.W., and Bosu, W.T. 1990. Site of action for endotoxin-induced cortisol release in the suppression of preovulatory luteinizing hormone surges. Theriogenology, 33: 637–643.

Piersanti, R.L., Santos, J.E.P, Sheldon, I.M., and Bromfield, J.J. 2019. Lipopolysaccharide and tumor necrosis factor-alpha alter gene expression of oocytes and cumulus cells during bovine in vitro maturation. Molecular Reproduction and Development. 86:1909–1920.

Pleticha, S., M. Drillich, and W. Heuwieser. 2009. Evaluation of the Metricheck device and the gloved hand for the diagnosis of clinical endometritis in dairy cows. J. Dairy Sci. 92:5429-5435.

Prunner, I., H. Pothmann, K. Wagener, M. Giuliodori, J. Hubera, M. Ehling-Schul, and M. Drillich. 2014. Dynamics of bacteriologic and cytologic changes in the uterus of postpartum dairy cows. Theriogenology 82:1316e22.

Ramos, R.S., Oliveira, M.L., Izaguirry, A.P., Vargas, L.M., Soares, M.B., Mesquita, F.S., Santos, F.W., & Binelli, M. 2015. The periovulatory endocrine milieu affects the uterine redox environment in beef cows. Reproductive Biology and Endocrinology, 13: 39.

Rizos, D., Carter, F., Besenfelder, U., Havlicek, V., and Lonergan, P. 2010. Contribution of the female reproductive tract to low fertility in postpartum lactating dairy cows. Journal Dairy Science, 93: 1022–1029

Sheldon, I. M., E. J. Williams, A. N. Miller, D. M. Nash, and S. Herath. 2008. Uterine diseases in cattle after parturition. Vet. J. 176:115-121.

Sheldon, I. M. The metritis complex in cattle. Veterinary Reproduction and Obstetrics. tenth ed. Elsevier. 2019. p. 408e33.

Sheldon, I. M., J. Cronin, L. Goetze, G. Donofrio, H. J. Schuberth. 2009. Defining postpartum uterine disease and the mechanisms of infection and immunity in the female reproductive tract in cattle. Biol. Reprod. 81:1025e32.

Sheldon, I. M., P. C. C. Molinari, T. J. R. Ormsby, and J. J. Bromfield. 2020. Preventing postpartum uterine disease in dairy cattle depends on avoiding, tolerating and resisting pathogenic bacteria. Theriogenology 150:158-165.

Sheldon, I.M., Noakes, D.E., Rycroft, A.N., Pfeiffer, D.U., and Dobson, H. 2002. Influence of uterine bacterial contamination after parturition on ovarian dominant follicle selection and follicle growth and function in cattle. Reproduction, 123: 837–845

Sordillo, L. M., and W. Raphael. 2013. Significance of metabolic stress, lipid mobilization, and inflammation on transition cow disorders. Vet. Clin. North Am. Food Anim. 29:267-278.

Sponchiado, M., Gomes, N.S., Fontes, P.K., Martins, T., del Collado, M., Pastore, A.A., Pugliesi, P., Nogueira, M.B.G., and

Binelli, M. 2017. Pre-hatching embryo-dependent and -independent programming of endometrial function in cattle. PLoS ONE, 12: e0175954.

Wagener, K., C. Gabler, and M. Drillich. 2017. A review of the ongoing discussion about definition, diagnosis and pathomechanism of subclinical endometritis in dairy cows. Theriogenology 94:21-30.

Wang, M.-L., M.-C. Liu, J. Xu, L.-G. An, J.-F. Wang, and Y.-H. Zhu. 2018. Uterine microbiota of dairy cows with clinical and subclinical endometritis. Front. Microbiol. 2691.

Wieërs G, Belkhir L, Enaud R, Leclercq S, Philippart de Foy J-M, Dequenne I, et al. How Probiotics Affect the Microbiota. Frontiers in Cellular and Infection Microbiology. 2020;9.

Williams, E. J., D. P. Fischer, D. U. Pfeiffer, G. C. England, D. E. Noakes, H. Dobson, and I. M. Sheldon. 2005. Clinical evaluation of postpartum vaginal mucus reflects uterine bacterial infection and the immune response in cattle. Theriogenology 63:102-117.

Wrenzycki, C., De Sousa, P., Overström, E.W., Duby, R.T., Herrmann, D., Watson, A.J., Niemann, H., O'Callaghan, D., and Boland, M.P. 2000. Effects of superovulated heifer diet type and quantity on relative mRNA abundances and pyruvate metabolism in recovered embryos. Journal of Reproduction and Fertilility, 118: 69–78.

Wyman, A., Pinto, A.B., Sheridan, R., & Moley, K.H. (2008). One-cell zygote transfer from diabetic to nondiabetic mouse results in congenital malformations and growth retardation in offspring. Endocrinology, 149: 466–69.

PERDIDAS GESTACIONALES: BASES FISIOLOGICAS Y ESTRATEGIAS PARA REDUCIRLAS

Alvaro García-Guerra[a*], Benjamin Duran[a], Jessica C. L. Motta[a], Rodrigo V. Sala[b], Milo C. Wiltbank[c]

[a]*Department of Animal Sciences, The Ohio State University, Columbus, OH, USA*

[b]*STgenetics – Ohio Heifer Center, South Charleston, OH, USA*

[c]*Department of Animal and Dairy Sciences, University of Wisconsin-Madison, Madison, WI, USA*

email: garciaguerra.1@osu.edu

Introducción

El objetivo de todo programa de manejo reproductivo es maximizar la fertilidad. Por en cuanto, las pérdidas de gestación tienen un efecto negativo en la eficiencia reproductiva dando lugar a pérdidas económicas considerables. El primer tercio de la gestación puede ser dividido en 4 periodos críticos, propuestos recientemente (Wiltbank et al. 2016a), a saber: día 0 a 7; 8 a 27; 28 a 60 y 60 a 90 días. La categorización de las perdidas gestacionales en periodos definidos permite investigar: los eventos asociados al desarrollo de una preñez normal, calcular la magnitud de las pérdidas que ocurren en cada uno de los periodos, y las potenciales causas de perdidas gestacionales durante los mismos. El incremento en el uso de las biotecnologías de la reproducción sumado al desafío de aumentar la eficiencia reproductiva ha puesto de manifiesto la necesidad de investigar la incidencia de perdidas gestacionales, así como también estrategias para su reducción. La presente revisión tiene como objetivo presentar, de manera resumida, información referida a la fisiología de las perdidas gestacionales durante los primeros 60 días de gestación, identificar factores de riesgo y describir estrategias propuestas recientemente para mitigar dichas perdidas. Es importante destacar que, aunque no serán descriptos aquí los factores genéticos e infecciosos también pueden contribuir de manera significativa a las perdidas gestacionales.

Periodos críticos y pérdidas durante el primer mes de gestación

El primer periodo crítico comprende la primera semana de gestación (día 0 a 7) y las potenciales pérdidas durante este periodo se dividen en perdidas atribuidas a fallas en la fertilización y en el desarrollo embrionario temprano (Wiltbank et al. 2016a). Este periodo comprende varios eventos significativos en el desarrollo como la fertilización, el clivaje y la subsecuente división celular coordinada dentro de la zona pelúcida, la activación del genoma embrionario (Memili and First 2000), y la diferenciación de los linajes celulares que dará origen al macizo celular interno y al trofectodermo (Zernicka-Goetz et al. 2009). El porcentaje de fertilización generalmente es alto, lo cual conlleva a que las perdidas debidas a fallas en la fertilización, en condiciones normales, no superen 10-20% tanto en ganado de leche como de carne (Wiltbank et al. 2016a, Reese et al. 2020). Sin embargo, varios factores han sido identificados que pueden reducir el porcentaje de fertilización como la técnica de IA (Lopez-Gatius 2000), mala calidad del semen, presencia de neutrófilos en el útero (Carvalho et al. 2013), mala calidad ovocitaria debido a estrés calórico (Sartori et al. 2002), y luteolisis incompleta en programas de IATF (Wiltbank et al. 2014), entre otros factores.

A su vez, múltiples factores han sido identificados como responsables de fallas en el desarrollo embrionario temprano que llevan a perdidas de preñez durante la primera semana de gestación. Las perdidas en este periodo varían entre un 10% a más del 50% en ganado de leche (Wiltbank et al. 2016a) y entre 9 y 45% en ganado de carne (Reese et al. 2020). Alguno de los factores que contribuyen a las perdidas en estes periodo incluyen: la ovulación de folículos sobre estimulados que contienen un ovocito envejecido (folículos persistentes) (Ahmad et al. 1995, Inskeep and Dailey 2005, Monteiro et al. 2015), bajos niveles de progesterona (P4) durante el desarrollo folicular (Cerri et al. 2009, Rivera et al. 2011, Wiltbank et al. 2014, Martins et al. 2018), la perdida de condición corporal en el periodo previo a la inseminación (Britt 1992, Santos et al. 2009, Carvalho et al. 2014) entre otros. De esta manera, la mayoría de las perdidas ocurridas durante la primera semana de gestación son debidas a eventos previos a la ovulación, y como consecuencia la optimización del ambiente y la manera en que se desarrolla el folículo preovulatorio tiene el potencial de reducir dichas perdidas.

El segundo periodo (día 8 a 27) abarca el momento del reconocimiento materno de la gestación (día ~16) (Thatcher

et al. 1984, Wiltbank et al. 1992, Mamo et al. 2012, Spencer and Hansen 2015). Durante este periodo el embrión sufre una extensa transformación emergiendo de la zona pelúcida aumentando su tamaño en más de 200 veces y alcanzando ambos cuernos uterinos (Neto et al. 2010). Este crecimiento está controlado por una compleja comunicación bidireccional entre el embrión y el endometrio (Hue et al. 2012), que incluye entre otros factores al interferón-tau (IFNT) y la P4 (Forde et al. 2011, Filant and Spencer 2014). Asimismo, el embrión debe defenderse del sistema inmune materno, acción mediada principalmente por el INFT. El reconocimiento materno de la gestación alrededor del día 16, requiere la señalización por parte del concepto para prevenir la luteolisis y de esta manera mantener el CL y los niveles de P4 esenciales para el mantenimiento de la preñez. La principal señal responsable del mantenimiento de la preñez durante este periodo es el IFNT. El mecanismo preciso por el cual el INFT logra el mantenimiento del CL se basa en 3 modelos fisiológicos sustentados por diferentes estudios pero que no necesariamente son excluyentes (Wiltbank et al. 2016a). El primer modelo se basa en la producción de INFT por el concepto que modifica la expresión de receptores endometriales de estradiol y oxitocina inhibiendo de esta manera la secreción pulsátil de PGF2α (Kindahl et al. 1976, Basu and Kindahl 1987, Spencer and Bazer 1995, Spencer and Bazer 1996, Dorniak et al. 2013). El segundo modelo se basa en el incremento en la producción de prostaglandina E (PGE) bloqueando de esta manera la acción de la PGF en el CL e inhibiendo la luteolysis (Huie et al. 1981, Silvia and Niswender 1986, Lee et al. 2012, Ochoa et al. 2018). El tercer y último modelo propone la llegada del INFT al CL de manera sistémica y actuando directamente en el mismo para su mantenimiento (Antoniazzi et al. 2010, Bott et al. 2010, Hansen et al. 2010). Las consecuencias en este periodo son el mantenimiento del CL, ante la presencia de un concepto elongado y viable, o por el contrario ante una comunicación inadecuada entre el concepto, el útero y el ovario la puesta en marcha de los mecanismos que llevan a la luteolysis y la perdida de la preñez.

La evaluación de las perdidas embrionarias durante este periodo y los factores que la afectan se ven dificultados, en cierta manera, por la inhabilidad de establecer con certeza la presencia de preñez durante la mayor parte de este periodo. Sin embargo, las estrategias más comúnmente utilizadas para detectar la preñez son la concentración de P4 (permiten identificar animales vacíos) (García-Guerra et al. 2020), la evaluación de genes estimulados por el interferón (ISGs) en células mononucleares de sangre periférica (Toledo et al. 2017, Domingues et al. 2023a) y los cambios en la concentración circulante de glicoproteínas asociadas a la preñez (PAGs) (Middleton and Pursley 2019, Middleton et al. 2022). Las perdidas entre el día 8 y el final de este periodo (día 27-30) se estiman entre un 25% y un 41% en ganado de leche (Wiltbank et al. 2016a). Por el contrario, en ganado de carne las pérdidas durante este periodo se estiman en un ~19.5% siendo de 3.9% y 15.6% entre el día 7 y 16 y entre el día 16 y 32, respectivamente (Reese et al. 2020). Las perdidas en este periodo en vacas lecheras en lactación que son IATF son menores cuando logran una mejor sincronización, mayores concentraciones de P4 durante el crecimiento folicular, y ovulación de un folículo de tamaño moderado (Souza et al. 2008, Herlihy et al. 2012). Aún más, un estudio reciente en vacas de carne demostró que bajos niveles de estradiol durante el proestro conlleva a un aumento en las perdidas embrionarias entre el día 16 y el día 27 (Madsen et al. 2015). Estos resultados en su conjunto indican que la optimización del desarrollo folicular y el ambiente endocrino durante la IATF contribuyen a minimizar las perdidas gestacionales durante este periodo. Por otro lado, las pérdidas de gestación en el periodo 2 en vacas lecheras se ven influenciadas por la categoría siendo mayores en vacas multíparas (~13%) que en vacas primíparas (~9%) (Wiltbank et al. 2018). Por otro lado, en ganado de carne se observa que las pérdidas durante este periodo están afectadas por la raza (*Bos indicus* > *Bos taurus*), la categoría (primíparas > multíparas > nulíparas), y el método de servicio (transferencia de embriones > IATF > IA con detección de celo) (Reese et al. 2020).

La evaluación de los factores que afectan la fertilidad y las perdidas embrionarias durante este segundo periodo se ve facilitada cuando se evalúan en el ámbito de un programa de transferencia de embriones ya que las pérdidas relacionadas a la fertilización y el desarrollo embrionario temprano (primeros 7 días) son transferidas al sistema de producción de embriones y generalmente no consideradas como parte de perdidas gestacionales ya que ocurren fuera de la receptora. Por consiguiente, en la transferencia de embriones las receptoras se asumen técnicamente como preñadas luego de la transferencia. En un estudio reciente de nuestro grupo se evaluaron los factores que afectan la preñez por embrión transferido (P/ET) al día 21 (63,5%; 1526/2402), basado en P4 > 2 ng/ml y al día 28 (45,9%; 1106/2408) basado en la concentración sérica de PAGs y la ultrasonografía en vaquillonas receptoras de embriones producidos *in vitro*. Asimismo, esto permitió calcular el porcentaje de pérdidas de preñez en los siguientes periodos: día 7 a 21 (36.5%) y día 21 a 28 (27.7%). Los factores identificados que influyen en el porcentaje de pérdidas de preñez entre el día 7 y 21 fueron: el estadio embrionario (blastocisto expandido < blastocisto), la calidad del embrión (Grado 1 < Grado 2) y el volumen del CL al día 5. Por el contrario, el intervalo entre la inducción de la

ovulación y la transferencia, el número de transferencias recibidas previamente, la manifestación de celo y la condición corporal no estuvieron asociadas con el porcentaje de perdidas entre el día 7 y 21. Por otro lado, en cuanto a las pérdidas de preñez entre el día 21 y 28 el único factor identificado fue el estadio embrionario (blastocisto expandido < blastocisto). No se encontraron efectos de calidad del embrión, el volumen del CL al día 5, el intervalo entre la inducción de la ovulación y la transferencia, el número de transferencias recibidas previamente o la manifestación de celo en el porcentaje de perdida de preñez entere el día 21 y 28.

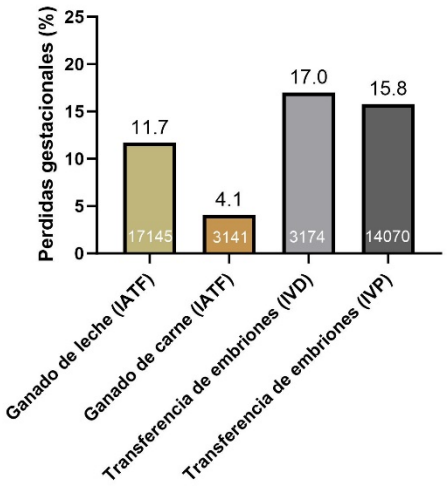
El segundo mes de gestación: bases fisiológicas y perdidas asociadas a este periodo

El tercer periodo crítico abarca el segundo mes de gestación entre el día 28-30 y 60 y tiene como eventos centrales: 1) el crecimiento y desarrollo de la placenta; 2) la transición en la nutrición del embrión del histotrofo a una nutrición coriovitelina y finalmente corioalantoidea que se mantendrá hasta el final de la gestación; y 3) el aumento del flujo sanguíneo uterino acompañando el rápido crecimiento del embrión y sus membranas. Durante este período hay un crecimiento significativo del embrión y sus membranas, formación de los placentomas y desaparición del saco vitelino (Neto et al. 2009, Neto et al. 2010). El desarrollo de la placenta comienza hacia el día 18-19 mediante la aposición entre el trofoblasto y el endometrio (Leiser 1975), pasando luego a una débil adhesión en la semana subsiguiente. Hacia el día 30 de gestación ya se identifican los placentomas, pero esta conexión entre el tejido embrionario y materno continúa siendo débil (Melton et al. 1951, King et al. 1979). Entre el día 30 y 60 se observa un rápido desarrollo de los placentomas, acompañado de un incremento en el número de células binucleares gigantes (King et al. 1979). De esta manera, hacia el fin de este periodo se observa la arquitectura definitiva de la placenta (epiteliocorial y cotiledonaria), la presencia de 70-100 placentomas distribuidos en ambos cuernos uterinos (Neto et al. 2010), y la finalización de la organogénesis en el feto (Curran et al. 1986). El aumento en el flujo sanguíneo a través de la arteria uterina ipsilateral al cuerno que contiene al embrión comienza hacia el día 17 y continua aumentando entre el día 30 y 60. A su vez este aumento en el flujo sanguíneo está asociado temporalmente con un aumento en el flujo sanguíneo al CL y posteriormente (día 25) con un aumento en el tamaño del mismo (Pinaffi et al. 2017). Las modificaciones en el flujo sanguíneo aparentan estar relacionadas con el desarrollo del embrión y la placenta ya que el aumento en el flujo sanguíneo en el cuerno contralateral comienza hacia el día 33 y coincide con la expansión del alantocorion en el cuerno contralateral, y continua a medida que el mismo va alcanzando distintas porciones del cuerno. Sin embargo, el flujo sanguíneo en el cuerno contralateral es siempre menor que el observado en el cureno ipsilateral durante todo este periodo (Pinaffi et al. 2017). De esta manera, se observa que el segundo mes de gestación conlleva un sinnúmero de eventos fisiológicos complejos que de no ser completados de manera correcta pueden llevar a la perdida de la gestación.

Las pérdidas durante este periodo son de relativa fácil determinación ya que el la presencia o ausencia de una preñez puede ser determinada con precisión al inicio y final de este periodo, esto se contrasta con lo discutido anteriormente para el primer mes de gestación. Deficiencias en el desarrollo de la preñez durante el segundo mes de gestación, como por ejemplo, placentación inadecuada (Stice et al. 1996, Hill et al. 2000), alteraciones en los cambios hemodinámicos asociados a la preñez (Thompson and Peterson 2000, Maiorka et al. 2015), y el subdesarrollo del embrión/feto (Farin et al. 2006) llevan a la perdida de preñez. Algunas de estas deficiencias han sido bien documentadas en embriones producidos *in vitro* (Thompson and Peterson 2000, Farin et al. 2006) o mediante clonación (Stice et al. 1996, Hill et al. 2000, De Sousa et al. 2001, Alberto et al. 2013). El porcentaje de perdidas embrionarias/fetales durante el segundo mes de gestación se ha determinado en múltiples estudios y se observa que la misma puede ser de gran magnitud, particularmente en vacas en lactancia de alta producción o en receptoras de embriones. A través de la recopilación de datos de múltiples trabajos publicados entre el año 2005 y 2019 realizamos un resumen de perdidas reportadas en programas de IATF en vacas de raza lechera en producción, programas de IATF en vacas y vaquillonas de carne y receptoras de embriones producidos *in vivo* o *in vitro* (Figura 1). Un dato no menor que surge de este análisis es la gran variabilidad en el porcentaje de pérdidas durante el segundo mes de gestación particularmente en programas de IATF en vacas lecheras (5,1% a 18,7%) y aún más en receptoras de embriones producidos *in vivo* (3,5% a 20,5%) e *in vitro* (6,1% a 26,8%). Sin embargo, en programas de IATF en ganado de carne las pérdidas son menores y muestran menor variación (1,6% a 6,4%) en coincidencia con lo reportado recientemente por (Reese et al. 2020). Una situación particular que resalta la importancia de los eventos ocurridos durante el segundo mes de gestación es la alta incidencia de perdidas (53,8%; 105/195) en receptoras de embriones producidos por clonación durante este periodo. En este caso resulta evidente que alteraciones significativas en el desarrollo de la placenta son las responsables por la alta incidencia de perdidas.

Figura 1. Resumen de pérdidas de preñez durante el segundo mes de gestación en ganado de leche y carne con IATF

y en TE con embriones producidos in vivo (IVD) o in vitro (IVP). Datos recopilados de trabajos publicados entre el 2005 y 2019.



Algunos de los factores que aumentan las perdidas entre los 30 y 60 días de preñez e identificado en vacas en lactancia de alta producción son: anestro al inicio del protocolo de sincronización (Santos et al. 2004), bajos niveles de P4 durante el desarrollo folicular (Wiltbank et al. 2014), numero de pariciones (Santos et al. 2009), reducción en la condición corporal entre el parto y la IA (Santos et al. 2009), patologías uterinas (Ribeiro et al. 2013, Bittar et al. 2014), mastitis (Dolecheck et al. 2019) y deficiencia de Vitamina E preparto (Pontes et al. 2015). Como fue mencionado anteriormente, la evaluación de los factores que afectan las perdidas embrionarias durante el segundo mes de gestación en receptoras de embriones provee la oportunidad de desglosar los mismos en aquellos relacionados: al embrión propiamente dicho, a la receptora proveedora del ambiente uterino y, por último, a la interacción embrión-receptora. Un análisis retrospectivo, realizado por nuestro grupo, de 12,569 transferencias de embriones producidos *in vitro* en vaquillonas nos permitió evaluar la asociación entre los factores previamente mencionados y las perdidas gestacionales entre el día 30 y 60.

Factores relacionados al embrión

La calidad del embrión transferido afecta de manera significativa tanto los porcentajes de preñez por embrión transferido (P/ET) como las perdidas entre el día 30 y 60. Por ejemplo, la transferencia de un embrión de excelente calidad (Grado 1) reduce el porcentaje de perdidas gestacionales entre los días 32 y 60 (Grado 1- 19,6% vs. Grado 2- 23,6%). Resultados similares han sido reportados para embriones producidos *in vivo* (Bó et al. 2011) e *in vitro* (Hasler 1998). Basados en el sistema de producción *in vitro* utilizado, los principales estadios al día 7 de cultivo son: 6 (blastocito); 7 (blastocito expandido); 8 (blastocito eclosionado). El porcentaje de preñez al día 32 fue significativamente mayor en embriones de estadio más avanzado (Estadio 6- 36,0%[a], Estadio 7- 45,9%[b], y Estadio 8- 50,3%[b]). Sin embargo, al evaluarse las pérdidas de preñez se observó que los embriones Estadio 8 presentaban mayores pérdidas que aquellos Estadio 6 o 7 (Estadio 6- 18,8%[a], Estadio 7- 19,9%[a] y Estadio 8- 26,4%[b]). Estos resultado se condice en gran parte con estudios similares publicados recientemente (Randi et al. 2015).

La constante busqueda de animales de alto valor genetico y la necesidad de reducir el intervalo generacional para acelerar el mejoramiento genetico ha llevado a que la produccion de embriones en las donantes comienze a edades cada mas tempranas. Recientemente realizamos una evaluacion de este factor en mas de 10.000 transferencias econtrando que la edad de la donante, aquella que provee el ovocito, ejerce un efecto significativo en la fertilidad y las perdidas gestacionales de embriones morfologicamente viables. Observamos que la fertilidad aumenta a medida que la edad de la donante se incrementa alcanzando un maximo entre los 20 y 40 meses para luego reducirse a edades mas avanzadas. Un efecto similar fue observado con la perdidas gestacionales, indicando que el periodo de menores perdidas es aproximadamente entre los 20 y 35 meses de edad. Estos resultados ponen de manifiesto la necesidad de investigar esta relacion, ya que indica diferencias relacionadas a la edad en el potencial para desarollar un embrion con capacidad de establecer y mantener un preñez.

Factores relacionados a la receptora

En los programas de TE la selección de la receptora es un componente crucial ya que la misma provee el ambiente uterino necesario para el establecimiento de la preñez. Una de las características comúnmente evaluadas es el tamaño del CL,

ya que es un tipo de información de fácil acceso y necesario para la TE. Sin embargo, los resultados obtenidos en varios estudios han sido contradictorios (Gonella-Diaza et al. 2013, Carrenho-Sala et al. 2015). Recientemente evaluamos el efecto del volumen del CL en la fertilidad utilizando datos de 8.222 transferencias en vaquillonas de raza lechera. Los resultados mostraron un efecto cuadrático indicando que el volumen del CL influencia la tasa de preñez por ET en donde los valores extremos resultan en tasas de P/ET menores. Los CL de aproximadamente 3800 mm^3 (rango de diámetro 18.6 a 20 mm) obtuvieron un porcentaje de P/TE entre 3% y 5% mayor. Por el contrario, el volumen del CL no tuvo efecto en el porcentaje de perdidas gestacionales entre el día 32 y 60. La historia reproductiva de la receptora a utilizar ha sido sujeto de algunas investigaciones y está íntimamente relacionada con la categoría (vaquillona, vaca seca o en lactancia, etc.). Algunos estudios han señalado que el uso de vaquillonas resulta en mejores índices de fertilidad que el uso de vacas, particularmente cuando se trata de animales de raza lechera (Ferraz et al. 2016). Por otro lado, el estado nutricional tanto de donantes como de receptoras ha sido identificado como un factor contribuyente a la fertilidad de un programa de TE (Pelizzari et al. 2015). La menor fertilidad en animales con baja CC ha sido bien establecida, sin embargo, el sobre condicionamiento de receptoras ha recibido menor atención. Por ejemplo, Pelizzari y col., identificaron que receptoras de embriones *in vitro* con una condición corporal ≥ 4.5 (escala 1-5) sufren una reducción en los porcentajes de P/ET al día 35. Resultados similares fueron obtenidos por nuestro grupo, donde receptoras con una condición corporal ≤ 2,5 tuvieron un porcentaje de P/ET al día 32 de 41%, aquellas con condición corporal 3 obtuvieron un 45,7%, mientras que las receptoras con condición corporal ≥ 3.5 obtuvieron un 39,1%. Sin embargo, no se observaron efectos de la condición corporal en las perdidas gestacionales entre el día 32 y 60.

La expresión de celo en programas de sincronización de la ovulación ha recibido considerable atención. En un trabajo reciente se encontró que la expresión de celo tuvo un efecto positivo en los porcentajes de preñez (+13%) en vacas en lactancia sincronizadas con un protocolo a base de estradiol, tanto en IATF como en TETF (Pereira et al. 2016). Asimismo, la expresión de celo disminuyo las pérdidas de preñez entre el día 32 y 60 (14.4% vs 20.1%). Otros estudios en receptoras cruza *Bos indicus x Bos taurus* sincronizadas con un protocolo a base de P4 y estradiol, observaron un efecto positivo de la manifestación de celo en el porcentaje de preñez y a su vez una reducción en las pérdidas durante el segundo mes de gestación (Cedeño et al. 2017, Cedeño et al. 2018). El efecto positivo de la manifestación de celo en los porcentajes de preñez tanto en programas de IATF como TE también ha sido observado en ganado de carne sincronizados con protocolos a base de GnRH (Jinks et al. 2013, Richardson et al. 2016). Resultados similares fueron obtenidos en un análisis retrospectivo en vaquillonas de raza lechera que recibieron embriones producidos *in vitro*, con mayores porcentajes de preñez al día 32 en vaquillonas que mostraron celo (44,4%) que aquellas que no fueron observadas en celo (41.6%). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en las perdidas gestacionales (día 32 y 60) entre vaquillonas que mostraron celo y aquellas que no, aunque es importante destacar que la tasa de expresión de celo fue muy superior al observado normalmente. A su vez otro estudio reciente demostró que la falta de estradiol en el proestro se traduce en un mayor nivel de pérdidas de preñez entre el reconocimiento materno de la gestación y el día 30, periodo caracterizado por el desarrollo de la implantación (Madsen et al. 2015). El mecanismo por el cual la manifestación de celo generalmente conlleva a una mayor fertilidad no ha sido completamente elucidado, aunque es probable que la expresión de celo sea una manifestación de un correcto estatus hormonal que indica un ambiente uterino mejor preparado para recibir una preñez.

Interacción embrión-receptora

La interacción entre el embrión y la receptora es evaluada a través del grado de sincronización entre la edad-estadio del embrión y el intervalo entre el celo/inducción de la ovulación. En el análisis retrospectivo realizado por nuestro grupo se evaluaron 3 estadios (6, 7 y 8) y 3 intervalos entre la inducción de la ovulación (GnRH) y la transferencia (6, 7 y 8 días). Es importante remarcar, que en el presente trabajo la edad del embrión es la misma ya que todos los embriones fueron transferidos 7 días después de la fertilización. Como resultado, el nivel de sincronización fue establecido considerando el estadio morfológico del embrión. Los resultados muestran un efecto diferencial dependiendo del estadio embrionario (Tabla 1). Embriones estadio 6 no mostraron diferencias entre los distintos intervalos, sin embargo, la P/ET fue siempre menor a la obtenida con embriones estadio 7 y que embriones estadio 8 transferidos al día 7 u 8. Los embriones estadio 7 mostraron mayor P/ET cuando fueron transferidos al día 7 que en el día 6 u 8. Finalmente, los embriones estadio 8 presentaron mayor P/ET cuando fueron transferidos al día 7 u 8. Las perdidas gestacionales entre el día 33 y 60 también mostraron una interacción entre el estadio de desarrollo y el intervalo a la transferencia. Por ejemplo, los embriones estadio 6 o 7 no mostraron diferencias en el porcentaje de perdidas cuando fueron transferidos en el día 6, 7 u 8. Por el contrario, en los embriones estadio

8 hubo una tendencia a un mayor porcentaje de pérdidas al ser transferidos en el día 6 que en el día 7 u 8. Estos resultados indican que la sincronía entre el desarrollo embrionario y el ambiente uterino juegan un rol importante en la fertilidad y la incidencia de perdidas gestacionales durante el segundo mes de gestación.

Tabla 1. Efecto de la sincronización entre el estadio embrionario y el ambiente uterino en el porcentaje de preñez al día 32 en receptoras de embriones *in vitro*.

	Intervalo GnRH- TE (n)			
Estadio del Embrión	Día 6	Día 7	Día 8	Valor P
6	35,9% ^{A} (1002)	37,0% ^{A} (1704)	35,2% ^{A} (1023)	0,63
7	43,3% ^{B,Y} (2212)	49,1% ^{B,Z} (3646)	45,4% ^{B,Y} (2361)	<0,01
8	45,8% ^{AB} (131)	54,6% ^{B} (329)	53,5% ^{C} (161)	0,07
Valor P	<0,01	<0,01	<0,01	

^{A,B} Superíndices distinto dentro de una columna $^{(A,B)}$ o fila $^{(Y,Z)}$ difieren (P<0,05).

Perdidas gestacionales: ¿muerte embrionaria/fetal o regresión del cuerpo lúteo?

La P4 es fundamental para el establecimiento de la preñez y su posterior mantenimiento a lo largo de la gestación (Wiltbank et al. 2014). Asimismo, el mantenimiento del CL después del día 15-16 del ciclo estral es dependiente de la presencia de una gestación en desarrollo (Bazer et al. 1997, Spencer et al. 2007, Giordano et al. 2012). De esta manera, existe una relación de codependencia entre el CL y la preñez regida por una serie de mecanismos tanto endocrinos como paracrinos. El reconocimiento materno de la gestación "clásico" ha sido investigado en gran detalle e involucra la producción de INFT por parte del concepto como prerrequisito para el mantenimiento del CL (Bazer et al. 1997, Spencer et al. 2007, Wiltbank et al. 2016a) como fue mencionado anteriormente. Sin embargo, el periodo de producción de INFT es limitado, reduciéndose su producción drásticamente hacia el día 21, coincidentemente con el inicio de la implantación y estando ausente hacia al día 30 (Ealy and Yang 2009, Wiltbank et al. 2018). La ausencia de INFT a partir del segundo mes de gestación indica que el mantenimiento del CL durante este periodo requiere de mecanismos que todavía no han sido determinados (Wiltbank et al. 2016b).

Las perdidas gestacionales pueden ser evaluadas desde dos puntos de vista fisiológicos distintos (Giordano et al. 2012). Por un lado, una preñez puede ser defectuosa y, por lo tanto, se pierde, lo que puede ser positivo para la eficiencia reproductiva a largo plazo porque es poco probable que se produzca un nacimiento viable como consecuencia de esa gestación Alternativamente, la pérdida de preñez puede ocurrir debido a que el CL regresa inadecuadamente, resultando en la pérdida de una gestación potencialmente viable, lo que conlleva a un retraso en el posterior establecimiento de una nueva preñez, y por lo tanto una reducción en la eficiencia reproductiva. Aunque una gran cantidad de estudios han intentado cuantificar la incidencia y el momento de perdidas gestacionales, ningún estudio ha evaluado y diferenciado la proporción de perdidas gestacionales debidas a la presencia de un concepto defectuoso o la regresión inadecuada del CL durante los primeros 2 meses de gestación. Con el objetivo de contestar este interrogante realizamos un estudio que tuvo como objetivo determinar si las perdidas gestacionales entre el día 20 y 60 se deben a la muerte del embrión/feto o a la regresión del CL (Garcia-Guerra et al. 2016). Para este fin, se sincronizaron vaquillonas y se transfirieron embriones producidos *in vitro* en el día 7. Entre el día 13 y el día 62 los animales recibieron 2 CIDR (1,38g P4) los cuales se remplazaban periódicamente para mantener concentraciones de P4 alta y se realizó ultrasonografía para el monitoreo de la preñez de manera semanal. De esta manera la suplementación con P4 proveyó el ambiente necesario para mantener una preñez aun cuando el CL hubiera regresado. Las perdidas gestacionales se clasificaron en: pérdidas debidas a muerte embrionaria/fetal (ausencia de un embrión viable en presencia de un CL funcional) o perdidas debidas a regresión del CL (ausencia del CL con un embrión/feto viable). De esta manera se observó que el 57.1% las perdidas entre el día 27 y 62 ocurrieron debido a muerte del embrión mientras que el 42.9% de las pérdidas

se debieron a la regresión del CL. Asimismo, un estudio reciente en vacas de raza lechera indica que ~50% de las perdidas gestacionales entre el día 20 y 33 son debidas a una regresión inadecuada del CL (Domingues et al. 2023b). Estos resultados permiten concluir que las que la regresión inadecuada del CL es una causa importante de perdidas gestacionales en la parte tardía del primer mes de gestación y el segundo mes de gestación.

Asimismo, estas observaciones refuerzan la hipótesis de la presencia de un periodo crítico durante el segundo mes de gestación, que requiere un mecanismo específico para el mantenimiento del CL y consecuentemente la preñez. Esta hipótesis se desprende de la observación de que el mantenimiento de CL accesorios en animales preñados es dependiente de la localización relativa a la preñez y el CL original (Baez et al. 2017). Por ejemplo, en ese estudio se observó que aquellas vacas preñadas con un CL accesorio ubicado en el ovario contralateral un 66% de estos CL sufría regresión, principalmente durante el segundo mes de gestación, aun cuando el CL original y la preñez se mantenían. Por el contrario, si el CL accesorio estaba ubicado en el ovario ipsilateral al CL original, los mismos se mantenían en su mayoría (~90%) a lo largo de toda la gestación. En un estudio subsecuente en vaquillonas receptoras de embriones observamos un fenómeno similar, el 68% de las vaquillonas que presentaban un CL accesorio en el lado contralateral sufrieron regresión del mismo, mientras que la regresión en aquellas con CL ipsilateral fue de solo el 1.5% (Garcia-Guerra comunicación personal). Asimismo, el 64% de las regresiones del CL contralateral fueron observadas entre el día 32 y 60. Estas observaciones se condicen con estudios relacionados al mantenimiento de la preñez, en los cuales se observó que un CL contralateral a la preñez no es capaz de mantener la misma (Lulai et al. 1994, Bridges et al. 2000). En base a estas observaciones y lo expuesto anteriormente, se ha propuesto un modelo de mantenimiento del CL durante el segundo mes de gestación que involucra mecanismos locales (Baez et al. 2017) y que los mismos no se basan en la producción de INFT (Wiltbank et al. 2018). La naturaleza de estos mecanismos aún no se ha esclarecido, sin embargo, tres modelos han sido propuestos: 1) producción de una sustancia luteoprotectora durante el segundo mes de gestación (por ejemplo, prostaglandina E); 2) inhibición de la producción de PGF en el cuerno grávido pero no en el contralateral; y 3) inhibición del transporte de PGF del útero al ovario debido al aumento en el flujo sanguíneo al útero o cambios en los transportadores de PGF (Wiltbank et al. 2018).

Disminución de las pérdidas embrionarias/fetales durante el segundo mes de gestación: suplementación de progesterona en el periodo postovulatorio

Los niveles de P4 en el periodo posovulatorio, a través de su efecto en el endometrio, han sido asociados con un incremento en la secreción de interferón tau y el tamaño del embrión (Carter et al. 2008, Clemente et al. 2009). Por el contrario, una disminución en los niveles de P4 entre los días 6 y 11 posovulación conlleva a una disminución en el crecimiento del embrión, la expresión de genes estimulados por el interferón (ISG's) al día 20, el tamaño del embrión al día 46 y los niveles circulantes de PAG's en vacas en lactancia en un programa de IATF (Carvalho et al. 2017). Estos resultados han conducido al desarrollo de estrategias con el objetivo de incrementar los niveles de P4 durante el desarrollo embrionario temprano, previo al reconocimiento materno. Entre las estrategias utilizadas, la inducción de la ovulación del folículo dominante de la primera onda folicular ha recibido considerable atención por su relativa simplicidad y duración. El uso de GnRH y sus análogos o hCG tiene como objetivo inducir la ovulación del folículo dominante de la primera onda folicular generando así un CL accesorio y como resultado un incremento en los niveles de P4. El uso de esta estrategia en programas de IATF en vacas en lactancia produjo un pequeño pero significativo aumento en la P/IA de 3,5 (Nascimento et al. 2013). Sin embargo, la inducción de CL accesorios en programas de TE muestra resultados diversos, con algunos estudios indicando efectos positivos en los porcentajes de preñez (Marques et al. 2003, Wilson et al. 2005, Vasconcelos et al. 2011b, Wallace et al. 2011) mientras otros no encontraron beneficio (Ellington et al. 1991, Ideta et al. 2003, Small et al. 2004, Tribulo et al. 2004). Sin embargo, la mayoría de los estudios citados fueron realizados con embriones producidos *in vivo* y el número de animales utilizados es limitado, especialmente considerando los efectos reportados en programas de IATF (Nascimento et al. 2013). Aún más, las perdidas gestacionales y la tasa de ovulación al tratamiento (% de animales con CL accesorio) no han sido reportadas, haciendo difícil una precisa interpretación.

Considerando la variación en los resultados obtenidos con el uso de GnRH en el periodo posovulatorio, y la falta de estudios realizados con receptoras de embriones producidos *in vitro* se realizó un estudio en 1562 vaquillonas Holstein en un programa de TE *in vitro* (García-Guerra et al. 2020). El estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la administración de 200 ug de acetato de gonadorelina (GnRH), en el día 5 después de la inducción de la ovulación, en la formación de CL accesorios, niveles de P4, y la fertilidad en receptoras de embriones producidos *in vitro*. Siendo la hipótesis de trabajo que la aplicación de

GnRH lleva a la formación de un CL accesorio, y el consecuente aumento en la concentración de P4 que tiene como resultado una mejora en la fertilidad y el crecimiento del embrión. Las receptoras fueron asignadas en el día 5 posovulación a uno de dos grupos: control o GnRH. Embriones producidos *in vitro* fueron transferidos en fresco el día 7 ± 1. El diagnostico de gestación se realizó en el día 33 y 60 en todos los animales, y se colectaron muestras de un subgrupo para determinación de P4 en el día 12 y 21. El tratamiento con GnRH indujo la ovulación del folículo dominante de la primera onda folicular en un 83,9% los animales en concordancia con resultados publicados con anterioridad (Schmitt et al. 1996b, Marques et al. 2012). Sin embargo, el aumento en los niveles de P4 fue de solo un 20% al día 12 y 28% al día 21. Otros estudios en los que se evaluó la administración de GnRH o hCG también observaron aumentos en los niveles de P4 sin embargo estos fueron ligeramente mayores. Por ejemplo, en vaquillonas Holstein tratadas en el día 5 los niveles de P4 al día 15 fueron: control (3,54 ng/ml), buserelina (8 µg; 4,91 ng/ml; +39%) y hCG (1.500 IU; 5,34 ng/ml; +51%) (Ideta et al. 2003). De esta manera, el tratamiento con GnRH en el día 5 a 7 del ciclo lleva a un aumento en los niveles circulantes de P4 de entre un 20% y 40%, debido principalmente a la producción de un CL accesorio. Por el contrario, el tratamiento con hCG generalmente conduce a un aumento mayor en la P4 que es debido a un efecto sobre la producción de P4 en el CL original además de la inducción de un CL accesorio (Schmitt et al. 1996a, Sánchez et al. 2018).

Nuestra hipótesis principal era que el tratamiento con GnRH se traduciría en un aumento en la P/ET, sin embargo, no se observaron diferencias tanto al día 33 como al día 60 (Tabla 2). Estos resultados coinciden con los reportados en otros estudios en los que se aplicó GnRH entre el día 5 y 7 postovulación (Ellington et al. 1991, Loiola et al. 2014, Munhoz et al. 2014). En contraposición, de aquellos trabajos que encontraron efectos positivos, la mayoría presenta porcentajes de preñez muy por debajo de los esperado en el grupo control (Marques et al. 2003; Wilson et al. 2005; Vasconcelos et al. 2011). Estos resultados indican que mayormente la administración de GnRH no tiene efecto en la P/ET, sin embargo, puede que en ciertas circunstancias de baja fertilidad la aplicación de GnRH tenga un efecto positivo en la fertilidad. El segundo componente de nuestra hipótesis sobre el efecto de la aplicación de GnRH en el periodo posovulatorio es la reducción en las pérdidas de preñez. En nuestro estudio observamos una reducción en las perdidas gestacionales en el grupo que recibió GnRH (18.4% vs 24.7%), lo que representa una reducción relativa de un 25%. De manera similar, Munhoz y col., reportaron una reducción relativa de un 20% en las perdidas entre el día 30 y 60 en receptoras tratadas con GnRH al momento de la transferencia comparado con el grupo control (19,9% vs. 15,9%). Otro estudio reciente en vaquillonas receptoras de embriones producidos *in vitro* reportó que el tratamiento con 2.000 IU hCG al momento de la TE reduce las perdidas entre el día 32 y 67 (Niles et al. 2019). Es interesante notar que aquellos estudios en los que no se reportaron efectos de la inducción de CL accesorios mediante GnRH o hCG utilizaron embriones producidos *in vivo* (Vasconcelos et al. 2011a, Wallace et al. 2011), mientras que los tres estudios en los que se observó una reducción en las perdidas gestacionales luego del tratamiento con GnRH (Munhoz et al. 2014, García-Guerra et al. 2020) o hCG (Niles et al. 2019) utilizaron embriones producidos *in vitro* indicando un efecto diferencial de acuerdo al tipo de embrión utilizado.

Tabla 2. Porcentajes de preñez, perdidas gestacionales y tamaño del embrión en receptoras de embriones *in vitro* tratadas con GnRH en el periodo posovulatorio (adaptado de Garcia-Guerra et al. 2019).

Estadio del Embrión	Tratamiento	P/ET D33 (n)	P/ET D60 (n)	Perdidas de preñez D33-60 (n)
6	Control	28,6% (374)	22,7% (374)	20,6% (107)^{AC}
	GnRH	30,8% (357)	23,5% (357)	23,6% (110)^{AC}
7	Control	45,9% (394)	33,5% (394)	27,1% (181)^{BC}
	GnRH	42,1% (437)	35,7% (437)	15,2% (184)^{A}
Valor P	Estadio	<0,01	<0,01	0,45
	Tratamiento	0,90	0,35	0,16
	Interacción	0,30	0,67	0,04

Un análisis pormenorizado de las perdidas gestacionales encontró una interacción entre el estadio embrionario y el tratamiento con GnRH y que la reducción en las perdidas se debía exclusivamente a una disminución de las perdidas en aquellas receptoras tratadas con GnRH que recibieron embriones estadio 7 (Tabla 2). El análisis subsiguiente se centró en aquellas receptoras tratadas con GnRH y que presentaban un CL accesorio al día 33, ya que estudios previos indican que un porcentaje de los CL accesorios contralaterales regresan antes del día 33 (Baez et al. 2017). De esta manera, las vaquillonas que recibieron un embrión estadio 7 y presentaban un CL accesorio al día 33 tuvieron un 11,6% de perdidas entre el día 33 y 60, mientras que el resto de los grupos (Estadio 6 con o sin CL accesorio y estadio 7 sin CL accesorio) tuvieron perdidas de aproximadamente 20%. A su vez se observó una interacción entre el estadio embrionario y la presencia de un CL accesorio en referencia al tamaño de la vesícula amniótica. Receptoras de embriones estadio 7 que presentaban un CL accesorio al día 33 presentaron una vesicular amniótica de mayor tamaño, posiblemente debido al aumento de P4 observado. Esta observación coincide con el rol de la P4 en la elongación durante la preñez temprana (Lonergan et al. 2007, Carter et al. 2008, Carter et al. 2010). De esta manera, los resultados obtenidos indican que el pequeño aumento en los niveles de P4 obtenidos mediante el tratamiento con GnRH no son suficientes para compensar la baja fertilidad de embriones estadio 6 que se encuentran aparentemente retrasados en su desarrollo. Por el contrario, es posible que los niveles de P4 sean insuficientes en receptoras transferidas con embriones estadio 7 y que el aumento en la P4 obtenido mediante el tratamiento con GnRH contribuya al mantenimiento de la preñez y así reducir las pérdidas gestacionales.

Conclusiones

Los primeros 60 días de gestación están caracterizados por una formidable transformación del concepto, incluyendo la activación del genoma embrionario, la rápida elongación que precede al reconocimiento materno de la gestación, la producción de interferón tau, la adhesión y posterior implantación, así como el desarrollo de la placenta, cambios hemodinámicos y modificaciones en la nutrición del embrión. La transición exitosa a través de cada uno de los periodos críticos presentes en el primer y segundo mes de gestación requiere que cada uno de los eventos previamente mencionados sea completado en tiempo y forma. El reconocimiento materno de la gestación “clásico” al día 16 puede ser considerado un “punto de control”, mediante el cual se constata la presencia de un embrión propiamente desarrollado, lo cual lleva al mantenimiento del CL y la continuación de esa gestación. Por el contrario, ante la ausencia de un concepto o uno subdesarrollado se da paso a la luteolisis lo cual permite reiniciar el ciclo estral, ahorrar nutrientes y provee la oportunidad de establecer una nueva preñez. Considerando lo expuesto en la presente revisión, es lógico suponer que otros puntos de control existen a lo largo de la gestación aun después del día 16, que permiten corroborar el desarrollo optimo del embrión/feto y sus membranas. La presencia de una preñez defectuosa o la falta de una comunicación adecuada entre el concepto y el CL permite la regresión del CL y la consecuente expulsión de una preñez. Múltiples resultados presentados aquí, proveen sustento para este modelo, sin embargo, es necesario continuar la investigación en esta área con el objetivo de determinar la temporalidad de estos “puntos de control”, los requisitos para sortearlos de manera exitosa, y así poder diseñar potenciales estrategias que permitan mitigar las perdidas gestacionales.

Las perdidas gestacionales pueden alcanzar niveles altos en determinadas circunstancias, como por ejemplo en vacas lecheras de alta producción o en receptoras de embriones producidos *in vitro*, siendo mayores a las encontradas en ganado de carne que reciben IATF. El tiempo que permanecen “improductivos” aquellos animales que sufren pérdidas gestacionales, particularmente después del día 30 de gestación, resalta el rol central que esta temática tiene en la eficiencia reproductiva. Un sinnúmero de factores que influyen en la incidencia de perdidas gestacionales durante los primeros 60 días fueron descriptos a lo largo de este trabajo y pueden servir como guía ante la presencia de aumentos en las perdidas gestacionales de origen desconocido. La disponibilidad de estrategias para mitigar las perdidas gestacionales es limitada, particularmente por que la modificación de aquellos factores de riesgo identificados no siempre es posible o practico. La suplementación de P4, por ejemplo, mediante la inducción de un CL accesorio, puede contribuir a disminuir estas pérdidas, particularmente en aquellas situaciones en que las mismas son altas. El mecanismo preciso y completo por el cual la suplementación de P4 disminuye las perdidas gestacionales no ha sido esclarecido y debe ser sujeto de futuras investigaciones

Referencias

Ahmad, N., F. N. Schrick, R. L. Butcher and E. K. Inskeep 1995. Effect of Persistent Follicles on Early Embryonic Losses in Beef-Cows. Biology of Reproduction 52(5): 1129-1135.

Alberto, M. L. V., F. V. Meirelles, F. Perecin, C. E. Ambrosio, P. O. Favaron, A. L. R. Franciolli, A. M. Mess, J. M. dos Santos, R. E. G. Rici, M. Bertolini and M. A. Miglino 2013. Development of bovine embryos derived from reproductive techniques. Reproduction Fertility and Development 25(6): 907-917.

Antoniazzi, A. Q., R. L. Ashley, J. F. Oliveira, F. W. Baser, T. E. Spencer and T. R. Hansen 2010. Interferon-tau Has Endocrine Action on the Ovine Corpus Luteum During Early Pregnancy That Is Independent of Its Paracrine Effect on Endometrial ESR1 and OXTR. Biology of Reproduction 83(Suppl 1): 101-101.

Baez, G. M., E. Trevisol, R. V. Barletta, B. O. Cardoso, A. Ricci, J. N. Guenther, N. E. Cummings and M. C. Wiltbank 2017. Proposal of a new model for CL regression or maintenance during pregnancy on the basis of timing of regression of contralateral, accessory CL in pregnant cows. Theriogenology 89: 214-225.

Basu, S. and H. Kindahl 1987. Development of a Continuous Blood Collection Technique and a Detailed Study of Prostaglandin-F2-Alpha Release during Luteolysis and Early-Pregnancy in Heifers. Journal of Veterinary Medicine Series a-Zentralblatt Fur Veterinarmedizin Reihe a-Physiology Pathology Clinical Medicine 34(7): 487-500.

Bazer, F. W., T. E. Spencer and T. L. Ott 1997. Interferon tau: a novel pregnancy recognition signal. Am J Reprod Immunol 37(6): 412-420.

Bittar, J. H. J., P. J. Pinedo, C. A. Risco, J. E. P. Santos, W. W. Thatcher, K. E. Hencken, S. Croyle, M. Gobikrushanth, C. C. Barbosa, A. Vieira-Neto and K. N. Galvao 2014. Inducing ovulation early postpartum influences uterine health and fertility in dairy cows. Journal of Dairy Science 97(6): 3558-3569.

Bó, G. A., L. C. Peres, L. E. Cutaia, D. Pincinato, P. S. Baruselli and R. J. Mapletoft 2011. Treatments for the synchronisation of bovine recipients for fixed-time embryo transfer and improvement of pregnancy rates. Reproduction, Fertility, and Development 24(1): 272-277.

Bott, R. C., R. L. Ashley, L. E. Henkes, A. Q. Antoniazzi, J. E. Bruemmer, G. D. Niswender, F. W. Bazer, T. E. Spencer, N. P. Smirnova, R. V. Anthony and T. R. Hansen 2010. Uterine Vein Infusion of Interferon Tau (IFNT) Extends Luteal Life Span in Ewes. Biology of Reproduction 82(4): 725-735.

Bridges, P. J., D. J. Wright, W. I. Buford, N. Ahmad, H. Hernandez-Fonseca, M. L. McCormick, F. N. Schrick, R. A. Dailey, P. E. Lewis and E. K. Inskeep 2000. Ability of induced corpora lutea to maintain pregnancy in beef cows. Journal of Animal Science 78(11): 2942-2949.

Britt, J. H. 1992. Impacts of early postpartum metabolism on follicular development and fertility. Proceedings of the annual convention-American Association of Bovine Practitioners 24: 39-43.

Carrenho-Sala, L. C., R. V. Sala, M. Fosado, D. C. Pereira, S. Garcia, A. Lopez, J. F. Moreno, A. Garcia-Guerra and M. C. Wiltbank 2015. Factors that influence fertility in an IVF embryo transfer program in dairy heifers. Reproduction, Fertility and Development 28(2): 183-184.

Carter, F., N. Forde, P. Duffy, M. Wade, T. Fair, M. A. Crowe, A. C. O. Evans, D. A. Kenny, J. F. Roche and P. Lonergan 2008. Effect of increasing progesterone concentration from Day 3 of pregnancy on subsequent embryo survival and development in beef heifers. Reproduction, Fertility and Development 20(3): 368-375.

Carter, F., F. Rings, S. Mamo, M. Holker, A. Kuzmany, U. Besenfelder, V. Havlicek, J. P. Mehta, D. Tesfaye, K. Schellander and P. Lonergan 2010. Effect of Elevated Circulating Progesterone Concentration on Bovine Blastocyst Development and Global Transcriptome Following Endoscopic Transfer of In Vitro Produced Embryos to the Bovine Oviduct. Biology of Reproduction 83(5): 707-719.

Carvalho, P. D., C. C. Consentini, S. R. Weaver, R. V. Barleta, L. L. Hernandez and P. M. Fricke 2017. Temporarily decreasing progesterone after timed artificial insemination decreased expression of interferon-tau stimulated gene 15 (ISG15) in blood leukocytes, serum pregnancy-specific protein B concentrations, and embryo size in lactating Holstein cows. Journal of Dairy Science 100(4): 3233-3242.

Carvalho, P. D., A. H. Souza, M. C. Amundson, K. S. Hackbart, M. J. Fuenzalida, M. M. Herlihy, H. Ayres, A. R. Dresch, L. M. Vieira, J. G. Guenther, R. R. Grummer, P. M. Fricke, R. D. Shaver and M. C. Wiltbank 2014. Relationships between fertility and postpartum changes in body condition and body weight in lactating dairy cows. Journal of Dairy Science 97: 1-18.

Carvalho, P. D., A. H. Souza, R. Sartori, K. S. Hackbart, A. R. Dresch, L. M. Vieira, P. S. Baruselli, J. N. Guenther, P. M. Fricke, R. D. Shaver and M. C. Wiltbank 2013. Effects of deep-horn AI on fertilization and embryo production in superovulated cows and heifers. Theriogenology 80(9): 1074-1081.

Cedeño, A., A. Tribulo, S. Andrada, J. L. Barajas, J. Fonseca, A. Ruiz, R. Tribulo, H. Tribulo, R. J. Mapletoft and G. A. Bó 2017. Influence of estrus expression and treatment with gonadotropin-releasing hormone on pregnancy rates in recipients synchronized with progesterone devices and estradiol and transferred at a fixed time. Reproduction, Fertility and Development 29(1): 159-160.

Cedeño, A., P. Tribulo, A. Tribulo, J. L. Barajas, J. Ortega, S. Andrada, D. Lozano, I. Monguillot, A. Brandan, R. Tribulo, H. Tribulo and G. A. Bo 2018. Effect of Synchronization Treatment and Estrus Expression on Conception Rates and Pregnancy Losses in Recipients Receiving In Vitro-Produced Embryos. Reproduction, Fertility and Development 30(1): 181-181.

Cerri, R. L., H. M. Rutigliano, R. C. Chebel and J. E. Santos 2009. Period of dominance of the ovulatory follicle influences embryo quality in lactating dairy cows. Reproduction 137(5): 813-823.

Clemente, M., J. de La Fuente, T. Fair, A. Al Naib, A. Gutierrez-Adan, J. F. Roche, D. Rizos and P. Lonergan 2009. Progesterone and conceptus elongation in cattle: a direct effect on the embryo or an indirect effect via the endometrium? Reproduction 138(3): 507-517.

Curran, S., R. A. Pierson and O. J. Ginther 1986. Ultrasonographic Appearance of the Bovine Conceptus from Days 20 through 60. Journal of the American Veterinary Medical Association 189(10): 1295-1302.

De Sousa, P. A., T. King, L. Harkness, L. E. Young, S. K. Walker and I. Wilmut 2001. Evaluation of gestational deficiencies in cloned sheep fetuses and placentae. Biology of Reproduction 65(1): 23-30.

Dolecheck, K. A., A. García-Guerra and L. E. Moraes 2019. Quantifying the effects of mastitis on the reproductive performance of dairy cows: A meta-analysis. Journal of Dairy Science.

Domingues, R. R., J. P. N. Andrade, T. O. Cunha, G. Madureira, A. S. Hoppman, N. N. Teixeira, P. L. J. Monteiro, V. H. Gomez-Leon, J. P. N. Martins and M. C. Wiltbank 2023a. Profiles of interferon-stimulated genes in multiple tissues and circulating pregnancy-associated glycoproteins and their association with pregnancy loss in dairy cows†. Biology of Reproduction.

Domingues, R. R., J. P. N. Andrade, T. O. Cunha, G. Madureira, U. Moallem, V. Gomez-Leon, J. P. N. Martins and M. C. Wiltbank 2023b. Is pregnancy loss initiated by embryonic death or luteal regression? Profiles of pregnancy-associated glycoproteins during elevated progesterone and pregnancy loss. JDS Communications 4(2): 149-154.

Dorniak, P., F. W. Bazer and T. E. Spencer 2013. PHYSIOLOGY AND ENDOCRINOLOGY SYMPOSIUM: Biological role of interferon tau in endometrial function and conceptus elongation. Journal of Animal Science 91(4): 1627-1638.

Ealy, A. D. and Q. E. Yang 2009. REVIEW ARTICLE: Control of Interferon-Tau Expression During Early Pregnancy in Ruminants. American Journal of Reproductive Immunology 61(2): 95-106.

Ellington, J. E., R. H. Foote, P. B. Farrell, J. F. Hasler, J. Webb, W. B. Henderson and A. B. Mcgrath 1991. Pregnancy Rates after the Use of a Gonadotropin-Releasing-Hormone Agonist in Bovine Embryo Transfer Recipients. Theriogenology 36(6): 1035-1042.

Farin, P. W., J. A. Piedrahita and C. E. Farin 2006. Errors in development of fetuses and placentas from in vitro-produced bovine embryos. Theriogenology 65(1): 178-191.

Ferraz, P. A., C. Burnley, J. Karanja, A. Viera-Neto, J. E. P. Santos, R. C. Chebel and K. N. Galvão 2016. Factors affecting the success of a large embryo transfer program in Holstein cattle in a commercial herd in the southeast region of the United States. Theriogenology 86(7): 1834-1841.

Filant, J. and T. E. Spencer 2014. Uterine glands: biological roles in conceptus implantation, uterine receptivity and decidualization. International Journal of Developmental Biology 58(2-4): 107-116.

Forde, N., M. E. Beltman, G. B. Duffy, P. Duffy, J. P. Mehta, P. O'Gaora, J. F. Roche, P. Lonergan and M. A. Crowe 2011. Changes in the endometrial transcriptome during the bovine estrous cycle: Effect of low circulating progesterone and consequences for conceptus elongation. Biology of Reproduction 84(2): 266-278.

Garcia-Guerra, A., L. F. Melo, R. V. Sala, J. C. L. Motta, L. Leffers, R. Sartori, J. F. Moreno and M. C. Wiltbank (2016). Pregnancy loss in IVP-ET recipient heifers: embryo/fetal death or CL regression? . International Congress of Animal Reproduction, Tours, France.

García-Guerra, A., R. V. Sala, L. Carrenho-Sala, G. M. Baez, J. L. Motta, M. Fosado, J. F. Moreno and M. C. Wiltbank 2020. Postovulatory treatment with GnRH on day 5 reduces pregnancy loss in recipients receiving an in vitro produced expanded blastocyst. Theriogenology 141: 202-210.

Giordano, J. O., J. N. Guenther, G. Lopes, Jr. and P. M. Fricke 2012. Changes in serum pregnancy-associated glycoprotein, pregnancy-specific protein B, and progesterone concentrations before and after induction of pregnancy loss in lactating dairy cows. J Dairy Sci 95(2): 683-697.

Gonella-Diaza, A. M., G. Holguin, D. Montana and D. Valbuena 2013. Corpus luteum diameter and embryo developmental stage are associated with pregnancy rate: data analysis from 17,521 embryo transfers from a commercial in vitro bovine embryo production program. Animal Reproduction 10(2): 106-111.

Hansen, T. R., L. K. Henkes, R. L. Ashley, R. C. Bott, A. Q. Antoniazzi and H. Han 2010. Endocrine actions of interferon-tau in ruminants. Society of Reproduction and Fertility supplement 67.

Hasler, J. F. 1998. The Current Status of Oocyte Recovery, In Vitro Embryo Production, and Embryo Transfer in Domestic Animals, with an Emphasis on the Bovine. Journal of Animal Science 76(suppl_3).

Herlihy, M. M., J. O. Giordano, A. H. Souza, H. Ayres, R. M. Ferreira, A. Keskin, A. B. Nascimento, J. N. Guenther, J. M. Gaska, S. J. Kacuba, M. A. Crowe, S. T. Butler and M. C. Wiltbank 2012. Presynchronization with Double-Ovsynch improves fertility at first postpartum artificial insemination in lactating dairy cows. J Dairy Sci 95(12): 7003-7014.

Hill, J. R., R. C. Burghardt, K. Jones, C. R. Long, C. R. Looney, T. Shin, T. E. Spencer, J. A. Thompson, Q. A. Winger and M. E. Westhusin 2000. Evidence for placental abnormality as the major cause of mortality in first-trimester somatic cell cloned bovine fetuses. Biology of Reproduction 63(6): 1787-1794.

Hue, I., S. A. Degrelle and N. Turenne 2012. Conceptus elongation in cattle: Genes, models and questions. Animal Reproduction Science 134(1-2): 19-28.

Huie, J. M., R. R. Magness, L. P. Reynolds, G. Hoyer, T. Hueckstead, M. Colcord, B. Stalcup, G. L. Whysong and C. W. Weems 1981. Effect of chronic inpsilateral or contralateral intrauterine infusion of prostaglandin E1 (PGE1) on luteal function of unilaterally ovariectomized ewes. Prostaglandins 21(6): 945-955.

Ideta, A., S. Iwasa, T. Takedomi, M. Konishi, S. Sakai, Y. Okamoto, M. Urakawa, A. Miyamoto and Y. Aoyagi 2003. Pregnancy rates in recipient heifers after administration of Human Chorionic Gonadotropin or a Gonadotropin-Releasing hormone agonist on day five of the estrous cycle. Theriogenology 59(1): 359.

Inskeep, E. K. and R. A. Dailey 2005. Embryonic death in cattle. Veterinary Clinics of North America-Food Animal Practice 21(2): 437-+.

Jinks, E. M., M. F. Smith, J. A. Atkins, K. G. Pohler, G. A. Perry, M. D. Macneil, A. J. Roberts, R. C. Waterman, L. J. Alexander and T. W. Geary 2013. Preovulatory estradiol and the establishment and maintenance of pregnancy in suckled beef cows. Journal of Animal Science 91(3): 1176-1185.

Kindahl, H., L.-E. Edqvist, A. Bane and E. Granstrom 1976. Blood levels of progesterone and 15-keto-13,14-dihydro-prostaglandin F 2a during the normal oestrous cycle and early pregnancy in heifers. Acta Endocrinologica 82: 134-149.

King, G. J., B. A. Atkinson and H. A. Robertson 1979. Development of the Bovine Placentome during the 2nd Month of Gestation. Journal of Reproduction and Fertility 55(1): 173-&.

Lee, J., J. A. McCracken, J. A. Stanley, T. K. Nithy, S. K. Banu and J. A. Arosh 2012. Intraluteal Prostaglandin Biosynthesis and Signaling Are Selectively Directed Towards PGF(2alpha) During Luteolysis but Towards PGE(2) During the Establishment of Pregnancy in Sheep. Biology of Reproduction 87(4).

Leiser, R. 1975. Development of Contact between Trophoblast and Uterine Epithelium during Early Stages of Implantation in Cow. Anatomia Histologia Embryologia-Zentralblatt Fur Veterinarmedizin Reihe 4(1): 63-86.

Loiola, M. V. G., D. F. C. Pereira, L. V. Vasconcelos, M. C. C. Lima, P. A. Ferraz, A. S. Rodrigues, R. F. Bittencourt, E. O. d. Jesus, A. d. L. Ribeiro Filho, A. de L. Ribeiro Filho and E. O. de Jesus 2014. Pregnancy rate of bovine embryo recipients treated with a GnRH analogue at the time of embryo transfer. Revista Brasileira de Saude e Producao Animal 15(3): 782-789.

Lonergan, P., A. Woods, T. Fair, F. Carter, D. Rizos, F. Ward, K. Quinn and A. Evans 2007. Effect of embryo source and recipient progesterone environment on embryo development in cattle. Reproduction, Fertility and Development 19(7): 861-868.

Lopez-Gatius, F. 2000. Site of semen deposition in cattle: A review. Theriogenology 53(7): 1407-1414.

Lulai, C., I. Dobrinski, J. P. Kastelic and R. J. Mapletoft 1994. Induction of Luteal Regression, Ovulation and Development of New Luteal Tissue during Early-Pregnancy in Heifers. Animal Reproduction Science 35(3-4): 163-172.

Madsen, C. A., G. A. Perry, C. L. Mogck, R. F. Daly, M. D. MacNeil and T. W. Geary 2015. Effects of preovulatory estradiol on embryo survival and pregnancy establishment in beef cows. Animal Reproduction Science 158: 96-103.

Maiorka, P. C., P. O. Favaron, A. M. Mess, C. R. dos Santos, M. L. Alberto, F. V. Meirelles and M. A. Miglino 2015. Vascular Alterations Underlie Developmental Problems Manifested in Cloned Cattle before or after Birth. Plos One 10(1).

Mamo, S., J. P. Mehta, N. Forde, P. McGettigan and P. Lonergan 2012. Conceptus-Endometrium Crosstalk During Maternal Recognition of Pregnancy in Cattle. Biology of Reproduction 87(1).

Marques, M. O., L. F. Nasser, R. C. P. Silva, G. A. Bo and P. S. Baruselli 2003. Increased pregnancy rates in Bos taurus x Bos indicus embryo recipients with treatments to increase plasma progesterone concentrations. Theriogenology 59: 369.

Marques, M. O., L. F. Nasser, R. C. P. Silva, G. A. Bo, J. N. S. Sales, M. F. Sa, E. L. Reis, M. Binelli and P. S. Baruselli 2012. Follicular dynamics and pregnancy rates in Bos taurus x Bos indicus embryo transfer recipients treated to increase plasma progesterone concentrations. Animal Reproduction 9(2): 111-119.

Martins, J. P. N., D. Wang, N. Mu, G. F. Rossi, A. P. Martini, V. R. Martins and J. R. Pursley 2018. Level of circulating concentrations of progesterone during ovulatory follicle development affects timing of pregnancy loss in lactating dairy cows. Journal of Dairy Science.

Melton, A. A., R. O. Berry and O. D. Butler 1951. The interval between the time of ovulation and attachment of the bovine embryo. Jour Animal Sci 10((4)): 993-1005.

Memili, E. and N. L. First 2000. Zygotic and embryonic gene expression in cow: a review of timing and mechanisms of early gene expression as compared with other species. Zygote 8(1): 87-96.

Middleton, E. L., T. Minela, M. Ahearne, H. Arnold, A. Santos and J. R. Pursley 2022. Dairy heifers have an earlier increase in serum pregnancy-specific protein B compared with lactating dairy cows. Is this an indicator of earlier conceptus attachment? JDS Communications 3(4): 291-295.

Middleton, E. L. and J. R. Pursley 2019. Short communication: Blood samples before and after embryonic attachment accurately determine non-pregnant lactating dairy cows at 24 d post-artificial insemination using a commercially available assay for pregnancy-specific protein B. Journal of Dairy Science.

Monteiro, P. L. J., M. Borsato, F. L. M. Silva, A. B. Prata, M. C. Wiltbank and R. Sartori 2015. Increasing estradiol benzoate, pretreatment with gonadotropin-releasing hormone, and impediments for successful estradiol-based fixed-time artificial insemination protocols in dairy cattle. Journal of Dairy Science 98(6): 3826-3839.

Munhoz, A. K., M. H. C. Pereira, F. R. Lopes and J. L. M. Vasconcelos 2014. Effect of GnRH administration at embryo transfer following E2/P4-based protocol for FTET in Girolando heifers and cows. Animal Reproduction 11: 336.

Nascimento, A. B., R. W. Bender, A. H. Souza, H. Ayres, R. R. Araujo, J. N. Guenther, R. Sartori and M. C. Wiltbank 2013. Effect of treatment with human chorionic gonadotropin on day 5 after timed artificial insemination on fertility of lactating dairy cows. Journal of Dairy Science 96(5): 2873-2882.

Neto, A. C. A., J. A. B. Morceli, R. Fonseca, C. E. Ambrosio, F. T. V. Pereira and M. A. Miglino 2009. Biometrics evolution of the embryonic and fetal annexes in cows obtained by natural mating, at 10 to 70 days of gestation. Pesquisa Veterinaria Brasileira 29: 859-862.

Neto, A. C. A., F. T. V. Pereira, T. C. Santos, C. E. Ambrosio, R. Leiser and M. A. Miglino 2010. Morpho-physical Recording of Bovine Conceptus (Bos indicus) and Placenta from Days 20 to 70 of Pregnancy. Reproduction in Domestic Animals 45(5): 760-772.

Niles, A. M., H. P. Fricke, P. D. Carvalho, M. C. Wiltbank, L. L. Hernandez and P. M. Fricke 2019. Effect of treatment with human chorionic gonadotropin 7 days after artificial insemination or at the time of embryo transfer on reproductive outcomes in nulliparous Holstein heifers. Journal of Dairy Science 102(3): 2593-2606.

Ochoa, J. C., F. Peñagaricano, G. M. Baez, L. F. Melo, J. C. Motta, A. Garcia-Guerra, R. Meidan, J. C. P. Ferreira, R. Sartori and M. C. Wiltbank 2018. Mechanisms for rescue of CL during pregnancy: Gene expression in bovine CL following intrauterine pulses of Prostaglandins E1 and F2α. Biology of Reproduction 98(4): 465-479.

Pelizzari, M., A. Tribulo, J. Garzon, B. Bernal, R. Tribulo, H. Tribulo and G. A. Bó 2015. Factors affecting pregnancy rates in recipients receiving in vitr-produced embryos by fixed time embryo transfer. Reproduction, Fertility and Development 28(2): 184-184.

Pereira, M. H. C., M. C. Wiltbank and J. L. M. Vasconcelos 2016. Expression of estrus improves fertility and decreases pregnancy losses in lactating dairy cows that receive artificial insemination or embryo transfer. Journal of Dairy Science 99(3): 2237-2247.

Pinaffi, F. L. V., E. R. Araujo, L. A. Silva and O. J. Ginther 2017. Color-Doppler signals of blood flow in the corpus luteum and vascular perfusion index for ovarian and uterine arteries during expansion of the allantochorion in Bos taurus heifers. Theriogenology 102: 35-43.

Pontes, G. C. S., P. L. J. Monteiro, A. B. Prata, M. M. Guardieiro, D. A. M. Pinto, G. O. Fernandes, M. C. Wiltbank, J. E. P. Santos and R. Sartori 2015. Effect of injectable vitamin E on incidence of retained fetal membranes and reproductive performance of dairy cows. Journal of Dairy Science 98(4): 2437-2449.

Randi, F., B. Fernandez-Fuertes, M. McDonald, N. Forde, A. K. Kelly, H. Bastos Amorin, E. Muniz de Lima, F. Morotti, M. Marcondes Seneda and P. Lonergan 2015. Asynchronous embryo transfer as a tool to understand embryo–uterine interaction in cattle: is a large conceptus a good thing? Reproduction, Fertility and Development: -.

Reese, S. T., G. A. Franco, R. K. Poole, R. Hood, L. Fernadez Montero, R. V. Oliveira Filho, R. F. Cooke and K. G. Pohler 2020. Pregnancy loss in beef cattle: A meta-analysis. Animal Reproduction Science 212: 106251.

Ribeiro, E. S., F. S. Lima, L. F. Greco, R. S. Bisinotto, A. P. A. Monteiro, M. Favoreto, H. Ayres, R. S. Marsola, N. Martinez, W. W. Thatcher and J. E. P. Santos 2013. Prevalence of periparturient diseases and effects on fertility of seasonally calving grazing dairy cows supplemented with concentrates. Journal of Dairy Science 96(9): 5682-5697.

Richardson, B. N., S. L. Hill, J. S. Stevenson, G. D. Djira and G. A. Perry 2016. Expression of estrus before fixed-time AI affects conception rates and factors that impact expression of estrus and the repeatability of expression of estrus in sequential breeding seasons. Animal Reproduction Science 166: 133-140.

Rivera, F. A., L. G. D. Mendonca, G. Lopes, J. E. P. Santos, R. V. Perez, M. Amstalden, A. Correa-Calderon and R. C. Chebel 2011. Reduced progesterone concentration during growth of the first follicular wave affects embryo quality but has no effect on embryo survival post transfer in lactating dairy cows. Reproduction 141(3): 333-342.

Sánchez, J. M., F. Randi, C. Passaro, D. J. Mathew, S. T. Butler and P. Lonergan 2018. Effect of human chorionic gonadotrophin administration 2 days after insemination on progesterone concentration and pregnancy per artificial insemination in lactating dairy cows. Journal of Dairy Science 101(7): 6556-6567.

Santos, J. E. P., H. M. Rutigliano and M. F. Sa 2009. Risk factors for resumption of postpartum estrous cycles and embryonic survival in lactating dairy cows. Animal Reproduction Science 110(3-4): 207-221.

Santos, J. E. P., W. W. Thatcher, R. C. Chebel, R. L. A. Cerri and K. N. Galvão 2004. The effect of embryonic death rates in cattle on the efficacy of estrus synchronization programs. Animal Reproduction Science 82–83(0): 513-535.

Sartori, R., R. Sartor-Bergfelt, S. A. Mertens, J. N. Guenther, J. J. Parrish and M. C. Wiltbank 2002. Fertilization and early embryonic development in heifers and lactating cows in summer and lactating and dry cows in winter. Journal of Dairy Science 85(11): 2803-2812.

Schmitt, E. J., C. M. Barros, P. A. Fields, M. J. Fields, T. Diaz, J. M. Kluge and W. W. Thatcher 1996a. A cellular and endocrine characterization of the original and induced corpus luteum after administration of a gonadotropin-releasing hormone agonist or human chorionic gonadotropin on day five of the estrous cycle. J Anim Sci 74(8): 1915-1929.

Schmitt, E. J., T. Diaz, C. M. Barros, R. L. de la Sota, M. Drost, E. W. Fredriksson, C. R. Staples, R. Thorner and W. W. Thatcher 1996b. Differential response of the luteal phase and fertility in cattle following ovulation of the first-wave follicle with human chorionic gonadotropin or an agonist of gonadotropin-releasing hormone. J Anim Sci 74(5): 1074-1083.

Silvia, W. J. and G. D. Niswender 1986. Maintenance of the corpus luteum of early pregnancy in the ewe. 4. Changes in luteal sensitivity to prostaglandin F2-alpha throughout early pregnancy. Journal of Animal Science 63(4): 1201-1207.

Small, J., M. Colazo, D. Ambrose, R. Mapletoft, J. Reeb and J. Kastelic 2004. Pregnancy rate following transfer of in vitro- and in vivo-produced bovine embryos to lh-treated recipients. Reproduction, Fertility and Development 16(2): 213-213.

Souza, A. H., H. Ayres, R. M. Ferreira and M. C. Wiltbank 2008. A new presynchronization system (Double-Ovsynch) increases fertility at first postpartum timed AI in lactating dairy cows. Theriogenology 70(2): 208-215.

Spencer, T. E. and F. W. Bazer 1995. Temporal and Spatial Alterations in Uterine Estrogen Receptor and Progesterone Receptor Gene Expression during the Estrous Cycle and Early Pregnancy in the Ewe. Biology of Reproduction 53(6): 1527-1543.

Spencer, T. E. and F. W. Bazer 1996. Ovine interferon tau suppresses transcription of the estrogen receptor and oxytocin receptor genes in the ovine endometrium. Endocrinology 137(3): 1144-1147.

Spencer, T. E. and T. R. Hansen 2015. Implantation and Establishment of Pregnancy in Ruminants. Regulation of Implantation and Establishment of Pregnancy in Mammals: Tribute to 45 Year Anniversary of Roger V. Short's Maternal Recognition of Pregnancy 216: 105-135.

Spencer, T. E., G. A. Johnson, F. W. Bazer, R. C. Burghardt and M. Palmarini 2007. Pregnancy recognition and conceptus implantation in domestic ruminants: Roles of progesterone, interferons and endogenous retroviruses. Reproduction Fertility and Development 19(1): 65-78.

Stice, S. L., N. S. Strelchenko, C. L. Keefer and L. Matthews 1996. Pluripotent bovine embryonic cell lines direct embryonic development following nuclear transfer. Biology of Reproduction 54(1): 100-110.

Thatcher, W. W., F. F. Bartol, J. J. Knickerbocker, J. S. Curl, D. Wolfenson, F. W. Bazer and R. M. Roberts 1984. Maternal recognition of pregnancy in cattle. J Dairy Sci 67(11): 2797-2811.

Thompson, J. G. and A. J. Peterson 2000. Bovine embryo culture in vitro: new developments and post-transfer consequences. Human Reproduction 15: 59-67.

Toledo, M. Z., G. M. Baez, A. Garcia-Guerra, N. E. Lobos, J. N. Guenther, E. Trevisol, D. Luchini, R. D. Shaver and M. C. Wiltbank 2017. Effect of feeding rumen-protected methionine on productive and reproductive performance of dairy cows. PLOS ONE 12(12): e0189117.

Tribulo, R., E. Balla, L. Cutaia, G. A. Bo, P. S. Baruselli and L. Peres 2004. Effect of treatment with hCG or GnRH at the time of embryo transfer on pregnancy rates in cows synchronized with progesterone vaginal devices, estradiol benzoate, and eCG. Reproduction, Fertility and Development 17(2): 234-234.

Vasconcelos, J. L., O. G. Sa Filho, P. L. Justolin, P. Morelli, F. L. Aragon, M. B. Veras and S. Soriano 2011a. Effects of postbreeding gonadotropin treatments on conception rates of lactating dairy cows subjected to timed artificial insemination or embryo transfer in a tropical environment. J Dairy Sci 94(1): 223-234.

Vasconcelos, J. L. M., O. G. Sá Filho, P. L. T. Justolin, P. Morelli, F. L. Aragon, M. B. Veras and S. Soriano 2011b. Effects of postbreeding gonadotropin treatments on conception rates of lactating dairy cows subjected to timed artificial insemination or embryo transfer in a tropical environment. Journal of Dairy Science 94(1): 223-234.

Wallace, L. D., C. A. Breiner, R. A. Breiner, A. R. Spell, J. A. Carter, G. C. Lamb and J. S. Stevenson 2011. Administration of human chorionic gonadotropin at embryo transfer induced ovulation of a first wave dominant follicle, and increased progesterone and transfer pregnancy rates. Theriogenology 75(8): 1506-1515.

Wilson, R. D., K. A. Weigel, P. M. Fricke, J. J. Rutledge, M. L. Leibfried-Rutledge, D. L. Matthews and V. R. Schutzkus 2005. In Vitro Production of Holstein Embryos Using Sex-Sorted Sperm and Oocytes from Selected Cull Cows. Journal of Dairy Science 88(2): 776-782.

Wiltbank, M. C., G. M. Baez, A. Garcia-Guerra, M. Z. Toledo, P. L. J. Monteiro, L. F. Melo, J. C. Ochoa, J. E. P. Santos and R. Sartori 2016a. Pivotal periods for pregnancy loss during the first trimester of gestation in lactating dairy cows. Theriogenology 86(1): 239-253.

Wiltbank, M. C., R. Meidan, J. Ochoa, G. M. Baez, J. O. Giordano, J. C. P. Ferreira and R. Sartori 2016b. Maintenance or regression of the corpus luteum during multiple decisive periods of bovine pregnancy. Animal Reproduction 13(3): 217-233.

Wiltbank, M. C., M. A. Mezera, M. Z. Toledo, J. N. Drum, G. M. Baez, A. Garcia-Guerra and R. Sartori 2018. Physiological mechanisms involved in maintaining the corpus luteum during the first two months of pregnancy. Animal Reproduction 15(suppl. 1): 805-821.

Wiltbank, M. C., A. H. Souza, P. D. Carvalho, A. P. Cunha, J. O. Giordano, P. M. Fricke, G. M. Baez and M. G. Diskin 2014. Physiological and practical effects of progesterone on reproduction in dairy cattle. Animal 8: 70-81.

Wiltbank, M. C., G. J. Wiepz, J. J. Knickerbocker, T. D. Braden, H. R. Sawyer, M. H. Mayan and G. D. Niswender 1992. Cellular-Regulation of Corpus-Luteum Function during Maternal Recognition of Pregnancy. Reproduction Fertility and Development 4(3): 341-347.

Zernicka-Goetz, M., S. A. Morris and A. W. Bruce 2009. Making a firm decision: multifaceted regulation of cell fate in the early mouse embryo. Nature Reviews Genetics 10(7): 467-477.

AVANCES EN PROGRAMAS DE SINCRONIZACIÓN PARA IATF EN GANADO DE CARNE: ESTRATEGIAS DE PRESINCRONIZACIÓN

Alvaro García-Guerra, Eber Rojas Cañadas, Alexandria E. Crist, Natalia P. Folchini, Martin L. Mussard

Department of Animal Sciences, The Ohio State University, Columbus, OH, USA

garciaguerra.1@osu.edu

Introducción

La aplicación tradicional del IA requiere de la observación de celo, no obstante, la misma puede resultar una labor tediosa, que conlleva tiempo, estando sujeta además a error humano. Por el contrario, el uso de protocolos para el control del desarrollo folicular y el tiempo de ovulación, comúnmente conocidos como protocolos de inseminación a tiempo fijo (IATF), tienen la ventaja de poder utilizarse sin la necesidad de observar celos, posibilitan la IA en animales en anestro y permiten determinar el tiempo de IA en base a un esquema prefijado. Asimismo, la utilización de la IATF permite incrementar el porcentaje de animales que conciben al comienzo del periodo de servicio, reducir la longitud del servicio y aumentar el porcentaje de preñez global, todo lo cual lleva a una mejor eficiencia reproductiva, un aumento en la cantidad de terneros producidos así como también mayor peso y uniformidad de los mismos. De esta manera, la aplicación de la IATF supone una herramienta para mejorar la productividad del rodeo.

El conocimiento de los mecanismos involucrados en la función ovárica ha permitido determinar los requisitos necesarios para su control y el desarrollo de herramientas que permiten sincronizar la ovulación. De esta manera, los protocolos que sincronizan la ovulación deben: 1) sincronizar la emergencia de la onda y el crecimiento folicular, 2) controlar la duración de la fase luteal; 3) prevenir las ovulaciones prematuras; 4) coordinar el crecimiento del folículo preovulatorio y maximizar la producción de estradiol; 5) inducir la ovulación de un folículo de tamaño óptimo de manera sincronizada; y 6) promover un ambiente uterino adecuado para el desarrollo embrionario. Los protocolos de IATF utilizados actualmente en ganado de carne se basan principalmente en dos modelos los que utilizan hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) y los que utilizan E2. Debido al incremento en las restricciones para el uso de E2, impuestas por algunos de los mercados de mayor demanda, los protocolos basados en la utilización de GnRH han cobrado mayor relevancia. Por tanto, la presente revisión se centra en el desarrollo de los protocolos de IATF a base de GnRH considerando los fundamentos fisiológicos de los mismos y la implementación de distintas modificaciones con el objetivo de optimizar el control de la función ovárica y de esa manera maximizar la eficiencia reproductiva de los programas de IATF en ganado de carne.

Sincronización de la función ovárica para la IATF a base de GnRH: desarrollo e inicios

El descubrimiento del rol que cumplen tanto la prostaglandina F2α (PGF) como la GnRH sirvieron como pilares para el desarrollo de programas de sincronización del celo y ovulación a base de GnRH como el Ovsynch (Wiltbank and Pursley 2014). El desarrollo del Ovsynch se basó en las siguientes premisas: 1) la administración de GnRH al inicio del protocolo (GnRH-1) induce la ovulación de un folículo dominante; 2) emergencia de una nueva onda folicular en ~ 2 días; 3) la administración de PGF induce regresión del cuerpo lúteo (CL); y 4) la administración de GnRH 48 o 56 h después de la PGF (GnRH-2), induce una ovulación sincronizada que permite la IA en el momento óptimo (Wiltbank and Pursley 2014). La necesidad de reducir el número de manejos, principalmente en ganado de carne, llevó a la administración simultanea de la GnRH-2 y la IA, estrategia conocida como CO-Synch. Estudios iniciales en vacas con ternero al pie demostraron que los porcentajes de preñez con el CO-Synch 48 (PGF – 48 h – GnRH-2 + IA) eran menores (49%) que los obtenidos con el Ovsynch (57%) cuando no se utilizan dispositivos de progesterona (P4) (Geary et al. 1998). Sin embargo, cuando se incorpora el use de dispositivos de P4 no se observan diferencias en los porcentajes de preñez a la IATF (Ovsynch = 48.8% vs CO-Synch = 44.7%) en vacas con ternero al pie (Kasimanickam et al. 2006). Estudios posteriores llevaron a la optimización del tiempo de IA en vacas con cría y vaquillonas sincronizadas con el CO-Synch, la cual se realiza típicamente a las 60 - 66 h y 54 h, respectivamente (Lamb et al. 2006, Busch et al. 2008).

El protocolo Ovsynch sufre de algunas limitaciones en vacas de carne posparto y en vaquillonas debido a, entre otros factores, baja tasa de ovulación a la GnRH-1, fallas en la luteolisis, y ausencia de ciclicidad (anestro postparto o vaquillonas prepúberes). El anestro representa un obstáculo para la implementación de protocolos de IATF, como el Ovsynch, debido a la

falta de exposición a la P4 previo al comienzo del protocolo y la incidencia de fases luteales cortas. De esta manera la fertilidad del Ovsynch en animales en anestro es sensiblemente menor (14.9% vs. 46.3%) que en aquellos ciclando (Fernandes et al. 2001). Sin embargo, esto puede ser solventado en parte mediante el empleo de un dispositivo de P4, el cual se administra junto a la GnRH-1, retirándose en el momento de la aplicación de la PGF (Lamb et al. 2001, Martinez et al. 2002a). La incorporación de dispositivos de P4 entre la GnRH-1 y la PGF impide la ovulación temprana y mejora la sincronía de las ovulaciones después de la GnRH-2 lo cual lleva a un aumento significativo en los porcentajes de preñez tanto en vacas con cría como en vaquillonas (Lamb et al. 2001, Martinez et al. 2002a). Los resultados descriptos llevaron al desarrollo del CO-Synch + P4 de 7 días y su simplicidad desde el punto de vista de manejo llevo a que se convirtiera en el prototipo de los protocolos de IATF en base a GnRH para ganado de carne.

Prolongación del proestro: bases para el desarrollo de protocolos cortos a base de GnRH

La observación de que el tamaño del folículo preovulatorio influye en la fertilidad a la IATF dio lugar al desarrollo de estudios abocados a la mejora de los protocolos existentes en base a la idea de que el tamaño del folículo preovulatorio es un indicador de madurez folicular (Perry et al. 2005). Sin embargo, estudios posteriores indicaron que la madurez del folículo estaba influenciada por la longitud del proestro (intervalo PGF – GnRH-2) (Day 2015). Como consecuencia de la disminución de la P4 durante el proestro fisiológico, se produce un aumento marcado en la frecuencia de pulsos de LH actuando éste como principal promotor del crecimiento y la secreción de E2 por parte del folículo dominante. La prolongación del proestro da lugar a un aumento de los niveles circulantes de E2, a mayores niveles de P4 postovulación, un aumento en la cantidad de receptores endometriales de E2 y P4 en el endometrio, una menor incidencia de fases luteales cortas y a una mayor fertilidad (Bridges et al. 2010, Bridges et al. 2012b, Bridges et al. 2014). Los resultados en su conjunto indican que la longitud del proestro es un componente fundamental en protocolos de IATF, y llevaron al desarrollo del CO-Synch + P4 de 5 días (Bridges et al. 2008).

Figura 1. Esquema de tratamiento para el protocolo CO-Synch + P4 de 7 y 5 días para ganado de carne (el intervalo menor entre la PGF y la IATF es el indicado para vaquillonas).

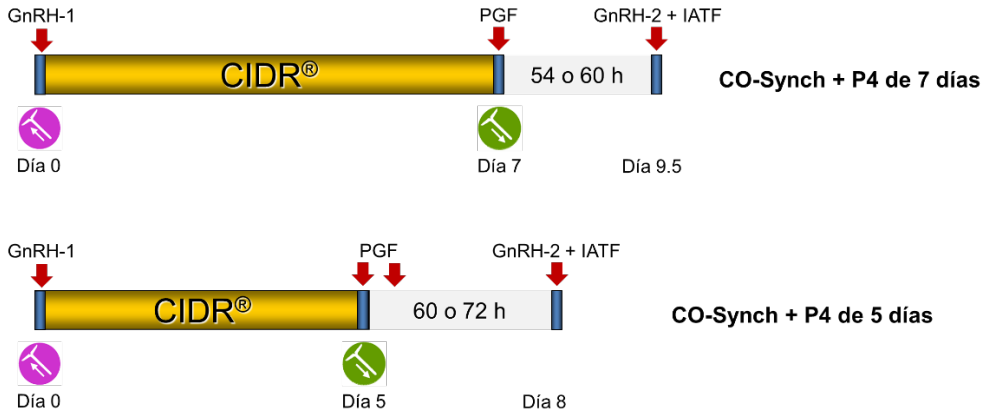


Tabla 1. Porcentajes de preñez en vacas con ternero al pie sincronizadas con CO-Synch + P4 de 5 o 7 días.

Referencia	CO-Synch + P4 - 5 días			CO-Synch + P4 - 7 días		
	PGF	PGF – IA	P/IA	PGF	PGF - IA	P/IA
Whittier et al. (2013)	2 (6h)	72	58,1% (911)	1	70	55,1% (906)
Bridges et al. (2008)	2 (12h)	72	80,0% (105)	1	60	66,7% (111)
	2 (12h)	72	65,3% (199)	1	60	56,2% (201)
Wilson et al. (2010)	2 (6h)	72	66,7% (210)	1	66	66,9% (209)

Garcia-Guerra, inédito	2 (12h)	72	51,4% (74)	1	60	40,9% (105)
Total			**61,4%[a] (1499)**			**56,7%[b] (1532)**

[a,b]Indica diferencias significativas (P < 0,05)

La diferencia fundamental entre el CO-Synch + P4 de 5 y 7 días radica en: 1) reducción del periodo de inserción del dispositivo intravaginal de P4; 2) reducción del intervalo entre la emergencia de la onda y la inducción de la luteolisis; y 3) prolongación del proestro (60 vs 72 h). La utilización del protocolo CO-Synch de 5 días en vacas con ternero al pie resulta en mayores porcentajes de preñez a la IATF (Tabla 1). De la misma manera, la utilización del CO-Synch + P4 de 5 días (IATF 72 h) en vaquillonas de carne indican una mejora significativa (59.1% vs 49.0%) en los porcentajes de preñez comparado con el CO-Synch + P4 de 7 días (IATF 60h) (Day et al. comunicación personal). Debido a que el intervalo entre el retiro del dispositivo de P4 y el comienzo del celo es menor en vaquillonas, adelantar la IA a las 56 h optimiza la fertilidad del CO-Synch + P4 de 5 días en vaquillonas (Kasimanickam et al. 2012). Aun con la modificación en el momento de la IA (56 h) el protocolo de 5 días resulta en mejores porcentajes de preñez (63.9%) que el protocolo de 7 días (53.1%) (Ahmadzadeh et al. 2015). Como consecuencia de la mejor fertilidad obtenida con el protocolo de 5 días el mismo ha ganado amplia aceptación. Sin embargo, el mismo no está exento de limitaciones, razón por la cual se han investigado un sinnúmero de modificaciones con el objetivo de eficientizar la utilización del CO-Synch + P4 de 5 días.

Importancia de la GnRH-1

El uso de GnRH al inicio de la sincronización es una herramienta efectiva para sincronizar la onda folicular (Pursley et al. 1995, Martinez et al. 1999). No obstante, la respuesta a la GnRH-1 en un protocolo tipo CO-Synch varía entre 23 y 60% en vaquillonas (Martinez et al. 1999, Atkins et al. 2008, Cruppe et al. 2014, Rojas Canadas et al. 2020) y entre 35 y 75% en vacas con cría (Small et al. 2009, Atkins et al. 2010b, Atkins et al. 2010a, Rojas Canadas et al. 2023). La importancia de la GnRH-1 en el CO-Synch + P4 de 7 días radica en que las vacas que responden a la misma poseen: 1) un folículo preovulatorio de mayor tamaño; 2) un aumento en la concentración de E2 durante el proestro; y 3) mayores niveles de P4 postovulación (Atkins et al. 2010b, Atkins et al. 2010a, Bridges et al. 2014). Estas mejoras en la fisiología folicular y el ambiente endocrino se suponen deberían traducirse en una mejor fertilidad como fue demostrado en ganado de leche (Chebel et al. 2006, Giordano et al. 2013, Carvalho et al. 2015). La relativa baja tasa de ovulación a la GnRH-1 se debe en parte al efecto negativo de la concentración de P4 circulante en la magnitud del pico de LH inducido tanto en vacas como vaquillonas (Dias et al. 2010, Giordano et al. 2012, Motta et al. 2020). Como consecuencia de la baja tasa de ovulación a la GnRH-1 en animales con alta concentración de P4 se han realizado estudios con el objetivo de incrementar la respuesta ovulatoria a la GnRH-1 o por el contrario evaluar la posibilidad de eliminar la GnRH-1 para reducir el número de tratamientos y el costo del protocolo.

La administración de una dosis mayor de GnRH aumenta la magnitud del pico de LH (Dias et al. 2010, Giordano et al. 2012) lo cual lleva a un aumento en la respuesta ovulatoria principalmente en animales con alta P4 circulante (Giordano et al. 2013). La posibilidad de incrementar la respuesta ovulatoria a la GnRH-1, mediante la utilización de una dosis mayor de GnRH, y de esta manera aumentar la fertilidad obtenida con el CO-Synch + P4 de 5 días fue evaluado en una serie de estudios recientes (Rojas Canadas et al. 2020, Rojas Canadas et al. 2023). El aumento de la dosis de GnRH de 100 a 200 microgramos de GnRH (acetato de gonadorelina) no tuvo efecto en la respuesta ovulatoria (57,0% vs 55,3%) ni en la fertilidad (49,5% vs 49,6%) en vacas con cría (Rojas Canadas et al. 2023). Probablemente debido a que el porcentaje de vacas con P4 circulante al momento de la GnRH-1 fue baja (< 25%). Por el contrario, un aumento similar en la dosis de GnRH mejoro la respuesta ovulatoria (26,1% vs 40,9%) en vaquillonas aun cuando no se observaron diferencias (43.6% vs 38.7%) en la fertilidad a la IATF (Rojas Canadas et al. 2020). Estos estudios permitieron a su vez evaluar el efecto de la respuesta ovulatoria a la GnRH-1 en la fertilidad a la IATF con el CO-Synch + P4 de 5 días. En vacas con cría la respuesta ovulatoria a la GnRH-1 no afecto la fertilidad (Rojas Canadas et al. 2023). Por el contrario, vaquillonas que ovulan en respuesta a la GnRH-1 muestran una mayor (52,5% vs. 40,2%) fertilidad a la IATF comparado con aquellas que no ovulan (Rojas Canadas et al. 2020). La ausencia de una mejora en la fertilidad en aquellas vacas que ovulan en respuesta a la GnRH-1y la disparidad en los resultados obtenidos en vacas con cría y vaquillonas son llamativos. Sin embargo, una posibilidad es que el tratamiento con GnRH-1 indujera la ovulación en todas las vacas capaces de hacerlo, mientras que las vacas en las que no se produjo la ovulación hubieran iniciado espontáneamente una nueva onda folicular en el momento adecuado. Por otro lado, el proestro prolongado del CO-Synch + P4 de 5 días permite que se logren

concentraciones adecuadas de E2 previo a la IA y de P4 después de la IA, independientemente de la respuesta ovulatoria a la GnRH-1, en contraste con lo observado con el CO-Synch + P4 de 7 días (Bridges et al. 2014). La falta de diferencias en el medio endocrino entre vacas que ovulan en respuesta a la GnRH-1 y aquellas que no, puede explicar al menos en parte la mayor fertilidad obtenida con el CO-Synch + P4 de 5 días en vacas de carne.

Tabla 2. Fertilidad en vaquillonas sincronizadas con CO-Synch + P4 de 5 días con o sin la aplicación de GnRH-1.

			Preñez por IA (n)	
Referencia	Intervalo PGF-IA	PGF[1]	Con GnRH-1	Sin GnRH-1
(Cruppe et al. 2014)	72 h	1	50,5% (408)	54,9% (415)
(Kasimanickam et al. 2014)	56 h	1	59,7% (263)	50,3% (290)
(Helguera et al. 2018)	66-72 h	1	56,1% (530)	55,1% (538)
(Kasimanickam et al. 2014)	56 h	2 (6h)	58,3% (228)	50,2% (237)
Total			**55,5%[a] (1429)**	**53,3%[a] (1480)**

[1]Numero de aplicaciones de PGF al retiro del dispositivo e intervalo entre las mismas. [a,b] Indica diferencias significativas ($P < 0,05$)

Por otro lado, la variabilidad en la respuesta ovulatoria a la GnRH-1 y la observación de tasas de ovulación extremadamente bajas, particularmente en vaquillonas, ha llevado a muchos a cuestionar la necesidad de la misma. Por otro lado, la eliminación de la GnRH-1 durante el CO-Synch + P4 de 5 días conlleva la posibilidad de reducir el número de aplicaciones de PGF. En un estudio realizado por nuestro grupo en vacas con cría no se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de preñez a la IATF entre vacas que recibieron GnRH-1 (51.4%) y aquellas que no (50%) con el CO-Synch + P4 de 5 días (Garcia-Guerra et al., comunicación personal). De manera similar, Grussing et al. (2016) no observaron diferencias en los porcentajes de preñez con el CO-Synch + P4 de 5 días entre las vacas que recibieron GnRH-1 (52.8%) y aquellas que no (55.4%) en un estudio realizado en 2.159 vacas con cría. El efecto de la aplicación de GnRH-1 en vaquillonas sincronizadas con el CO-Synch + P4 de 5 días ha sido evaluado en numerosos estudios (Tabla 2). En general, la administración de GnRH-1 no afecto de manera significativa la fertilidad a la IATF, sin embargo, es importante resaltar que la mayoría de los estudios se usa una sola aplicación de PGF. Un factor importante que podría explicar las diferencias entre estudios es el porcentaje de ovulación a la GnRH-1. Por ejemplo, Kasimanickam et al. (2014) observaron que la aplicación de GnRH-1 aumentó el porcentaje de preñez (70.3% vs 46.7%) en vaquillonas que presentaban un folículo > 8 mm al inicio del protocolo. Asimismo, Helguera et al. (2018) reportaron que la aplicación de GnRH-1 aumento el porcentaje de preñez (+13%) y redujo las perdidas gestacionales en vaquillonas acíclicas. Por lo tanto, la necesidad e importancia de la administración de GnRH al inicio del CO-Synch +P4 de 5 continúa siendo debatida y necesita de mayor investigación. Sin embargo, la observación de efectos positivos en algunos trabajos sustenta su utilización aunque sea como reaseguro.

Uso eficiente de la PGF

La administración de una dosis de PGF en los primeros días del ciclo estral es ineficaz en su capacidad de inducir luteolisis debido a que el CL temprano es refractario a la acción de la PGF (Henricks et al. 1974, Nascimento et al. 2014). La inducción de la ovulación al inicio del CO-Synch + P4 de 5 días resulta en la presencia de un CL nuevo de ~5 días al momento de la PGF, lo cual genera la necesidad de aplicar 2 dosis de PGF (Adams et al. 1994). Esta estrategia conlleva un aumento en el número de manejos requeridos lo cual limita la practicidad del CO-Synch + P4 de 5 días y derivo en la evaluación de estrategias para su simplificación.

Tabla 3. Porcentajes de preñez en vaquillonas y vacas con cría sincronizadas con CO-Synch + P4 de 5 días utilizando una o dos aplicaciones de PGF.

	Preñez por IA (n)

Referencia	Momento IA	GnRH-1	1 x PGF	2 x PGF^
Vaquillonas				
(Peterson et al. 2011)	72	Si	54,2% (264)	62,1% (298)
(Kasimanickam et al. 2014)	56	No	50,3% (290)	50,2% (237)
(Kasimanickam et al. 2014)	56	Si	59,7% (263)	58,3% (228)
(White et al. 2016)	56	Si	54,9% (293)	63,6% (291)
Total vaquillonas			**54,7%[a] (1110)**	**59,0%[b] (1054)**
Vacas con cría				
Kasimanickam et al. (2009)	72	Si	52,0% (277)	69,0% (282)
Kasimanickam et al. (2009)	72	Si	54,3% (271)	69,0% (282)
Bridges et al. (2012a)	72	Si	48,0% (815)	54,7% (821)
Total vacas con cría			**50.0%[a] (1363)**	**60.5%[b] (1385)**

[a,b]Indica diferencias significativas (P < 0,05) / ^Intervalo entre las dos aplicaciones de PGF en el grupo 2 x PGF fue de 6-8 h.

Los porcentajes de preñez en vaquillonas y vacas con cría sincronizadas con el CO-Synch + P4 de 5 días que recibieron una o dos aplicaciones de PGF al momento del retiro del dispositivo se muestran en la Tabla 3. En general la aplicación de dos dosis de PGF separadas por 6 a 8 h aumenta los porcentajes de preñez en vaquillonas (+4.3%) y vacas con cría (+10.5%). Esta estrategia disminuye la proporción de vacas con regresión luteal incompleta mejorando de esa manera el ambiente endocrino al momento de la IA (Bridges et al. 2012a). No obstante, los resultados en vaquillonas varían entre los distintos trabajos. Es importante resaltar, que en general aquellos estudios que indicaron diferencias entre la aplicación de una o dos dosis de PGF son aquellos en los cuales se utilizó GnRH al inicio del protocolo, lo cual conlleva a un mayor porcentaje de animales con un CL nuevo al momento de la PGF. Por otro lado, la necesidad de labor adicional para la segunda aplicación de PGF, estimuló el estudio de modificaciones al intervalo entre las aplicaciones de PGF o la administración de ambas dosis de manera conjunta. En regla general, la utilización de un intervalo de entre 6 a 12 h entre las dos aplicaciones de PGF en vacas con cría al pie no afecta de manera negativa la fertilidad a la IATF (Peel et al. 2010). Sin embargo, la utilización de intervalos de entre 0.5 a 4 h reduce de manera significativa la fertilidad en vacas con cría (Whittier et al. 2010, Peel et al. 2012). Sin embargo, la aplicación simultánea de dos dosis de PGF (Co-PGF) en vacas con cría al pie, con el objetivo de reducir el número de manejos que conlleva el CO-Synch + P4 de 5 días, no afecto el porcentaje de preñez (50.9%) en comparación con la aplicación de dos dosis separadas por 8 h (55%) (Bridges et al. 2012a). Por el contrario, la aplicación de dos PGF con un intervalo de 6 horas dio lugar a mayores porcentajes de preñez (63.6%) que la aplicación conjunta de dos dosis de PGF (51.9%) en vaquillonas (White et al. 2016).

Por lo tanto, la utilización de dos dosis de PGF resulta necesaria cuando se utiliza un CO-Synch + P4 de 5 días tanto en vaquillonas como vacas con cría al pie, especialmente cuando se utiliza GnRH al inicio del protocolo. Con el objetivo de reducir el número de manejos, dicha aplicación puede realizarse de manera conjunta en vacas con cría al pie sin comprometer de manera negativa la fertilidad. No obstante, en vaquillonas es recomendable un intervalo de > 6 h entre ambas aplicaciones.

Manipulación de la P4 durante el crecimiento folicular

Los niveles de P4 circulante afectan la frecuencia de los pulsos de LH y por lo tanto pueden alterar la tasa de crecimiento y el tamaño del folículo preovulatorio (Cerri et al. 2011a, Cerri et al. 2011b, Sala et al. 2020). Una serie de estudios recientes en vacas con cría tuvo como objetivo evaluar el efecto de los niveles de P4, durante la administración del CO-Synch + P4 de 5 días, en el crecimiento folicular y la fertilidad (Abreu et al. 2018a, Abreu et al. 2018b). La exposición a niveles bajos de P4 en el periodo entre la emergencia de la onda folicular y la PGF tuvo como consecuencia un incremento en la frecuencia de los pulsos de LH y los niveles circulantes de E2 comparado con vacas expuestas a altos niveles de P4. El tamaño folicular al momento de la PGF fue mayor en vacas con baja P4, no obstante, no hubo diferencias en el tamaño del folículo preovulatorio

al momento de la IA, debido a una compensación en la tasa de crecimiento (Abreu et al. 2018b). A pesar de las diferencias en el ambiente endocrino y el crecimiento folicular no se observaron diferencias en la competencia ovocitaria ni en los porcentajes de preñez a la IATF (67.8% vs 67.3%) entre vacas con baja y alta P4. Como fue mencionado anteriormente la inclusión del dispositivo de P4 en el protocolo CO-Synch de 7 días aumenta los porcentajes de preñez a la IATF (Lamb et al. 2001, Martinez et al. 2002b). Asimismo, la inclusión del dispositivo de P4 durante el CO-Synch de 5 días en vacas con cría conlleva a un mayor porcentaje de preñez (62.3% vs. 50.7%) (Gunn et al. 2016). Esta diferencia en favor de la utilización del dispositivo de P4 es aún mayor (~23%) en vacas primíparas (Gunn et al. 2016).

Importancia del periodo de inserción del dispositivo de P4

El breve intervalo entre la administración de GnRH-1 y de PGF durante el CO-Synch + P4 de 5 días conlleva el requisito de dos aplicaciones de PGF ya sea que las mismas se produzcan de manera simultánea o con un intervalo de 6 a 12 h. Considerando que la capacidad del CL para responder a la PGF aumenta con el tiempo, la extensión del intervalo entre la GnRH-1 y la PGF de 5 a 6 días durante un protocolo de proestro prolongado puede ser una estrategia viable para reducir el número de aplicaciones de PGF. Un estudio reciente en vacas con cría evaluó el efecto del intervalo entre la GnRH-1 y la PGF, durante un protocolo de proestro prolongado, en la dinámica folicular y la fertilidad a la IATF (Crist et al. 2021). Vacas con cría fueron sincronizadas con un CO-Synch + P4 de 5 días (GnRH-1 – 5 d – 2xPGF – 72 h – GnRH-2 + IA) o de 6 días (GnRH-1 – 6 d – 1xPGF – 72 h – GnRH-2 + IA). El tamaño del folículo preovulatorio (16,2 ± 0,4 vs 15,0 ± 0,6 mm) y del CL 7 días luego de la ovulación (4302 ± 495 vs 2406 ± 455 mm^3) fueron mayores en vacas tratadas con el CO-Synch + P4 de 6 días que en aquellas tratadas con el CO-Synch + P4 de 5 días. Sin embargo, no se observaron diferencias en el momento de la ovulación. Por otro lado, las vacas asignadas al grupo de 6 días tuvieron mayor expresión de celo (56,1% vs 41,5%) y tasa de preñez (54,6% vs 47,4%) que las vacas en el grupo de 5 días. Resultados preliminares de nuestro grupo en vaquillonas indican que la utilización del CO-Synch + P4 de 6 días resulta en fertilidad similar a la obtenida con el CO-Synch + P4 de 5 días (60% vs. 61%). De esta manera, la utilización del CO-Synch + P4 de 6 días representa una alternativa para mantener los beneficios obtenidos con un proestro prolongado, pero minimizando al mismo tiempo el numero de manejos requeridos.

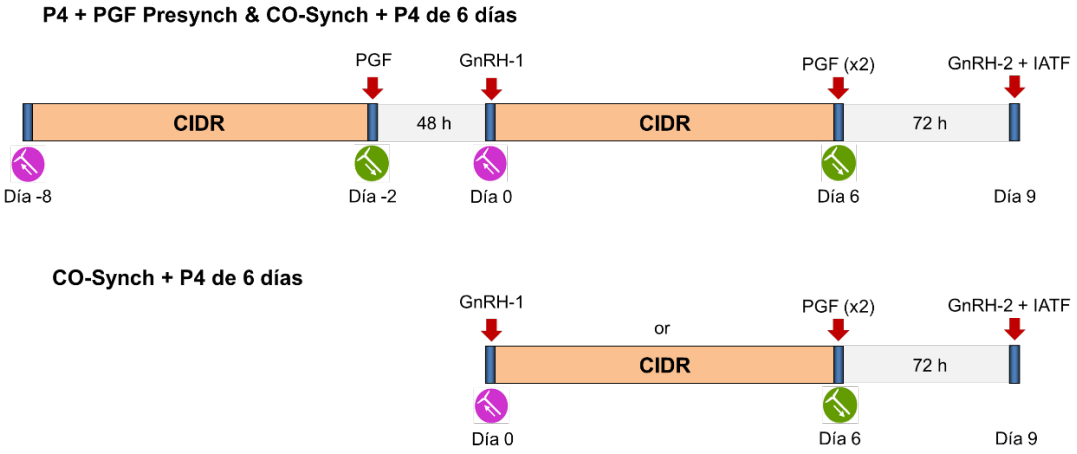
Presincronización: optimización de la respuesta ovárica y el ambiente endocrino para maximizar la fertilidad en un programa de IATF

La eficacia de los protocolos de sincronización de la ovulación con GnRH se basa en la premisa de que la administración de GnRH induce la ovulación lo que conlleva a la emergencia de una nueva onda folicular, y la presencia de un folículo dominante sincronizado al momento de la administración de PGF (Wiltbank and Pursley 2014). Sin embargo, como fue mencionado anteriormente, la respuesta ovulatoria a la GnRH-1 es variable y en muchos casos subóptima. La tasa ovulatoria luego de la administración de GnRH en el bovino esta influenciada por el tamaño y estadio folicular, así como también por las concentraciones circulantes de hormonas esteroideas (Dias et al. 2010, Giordano et al. 2012, García-Guerra et al. 2018, Motta et al. 2020, Rojas Canadas et al. 2023). Los folículos adquieren capacidad ovulatoria a un tamaño promedio de ~8,5 mm y la misma es el resultado de la expresión de receptores de LH en las células de la granulosa lo cual confiere al folículo capacidad para responder a la LH (García-Guerra et al. 2018). Por lo tanto, la respuesta ovulatoria a la administración de GnRH está asociada de manera positiva al tamaño folicular, siempre y cuando el folículo este en su fase activa de crecimiento (Vasconcelos et al. 1999, García-Guerra et al. 2018, Rojas Canadas et al. 2023). Por otro lado, la secreción de LH en respuesta a la administración de GnRH esta influenciada por los niveles de E2 y P4 circulantes de manera tal que el aumento en la concentración de E2 y la disminución en la concentración de P4 maximizan la secreción de LH (Motta et al. 2020). De esta manera, la optimización del tamaño folicular y el ambiente endocrino al momento de la GnRH-1 se presenta como una alternativa para mejorar la respuesta ovulatoria, el control folicular y la fertilidad a la IATF.

A continuación, se presentan una serie de trabajos realizados por nuestro grupo que tuvieron como objetivo general el diseño de una estrategia de presincronización para optimizar la respuesta ovulatoria a la GnRH-1 y la fertilidad a la IATF tanto en vacas de cría como en vaquillonas. Los estudios iniciales estuvieron dirigidos a utilizar un dispositivo de P4 por 6 días junto a la administración de PGF como estrategia de presincronización (P4 + PGF Presynch) previo al comienzo de un CO-Synch + P4 de 6 días (Figura 2). El uso del P4 + PGF Presynch en vacas con cría al pie resulta en la presencia de un folículo de mayor tamaño y una menor concentración de P4 circulante al momento de la GnRH-1, lo cual aumenta (78,0% vs 44,4%) el porcentaje de vacas que ovulan en respuesta a la GnRH-1 (Rojas Canadas y Garcia-Guerra, comunicación personal). Sin embargo, no se

observan diferencias en el tamaño del folículo preovulatorio ni en la expresión de celo entre la administración de PGF y la IATF. Por el contrario, la aplicación del P4 + PGF Presynch tuvo como consecuencia un aumento marcado de la fertilidad (64, 3% vs. 54,8%) a la IATF en comparación con el CO-Synch + P4 de 6 días. La utilización de la presincronización con P4 y PGF en vaquillonas también resulta en la presencia de un folículo de mayor tamaño y una menor concentración de P4 circulante al momento de la GnRH-1, lo cual aumenta de manera drástica (84,6% vs 52,1%) el porcentaje de vaquillonas que ovulan en respuesta a la GnRH-1 (Rojas Canadas et al. 2021). Asimismo, la presincronización previo al inicio del CO-Synch + P4 de 6 días en vaquillonas aumenta tanto la expresión de celo (84,9% vs 72,4%) como la fertilidad a la IATF (55,3% vs 47,5%). Estos resultados en su conjunto indican que la presincronización es una estrategia efectiva para optimizar la respuesta ovulatoria a la GnRH-1 y así mejorar la fertilidad a la IATF tanto en vacas con cría como en vaquillonas.

Figura 2. Esquema de tratamiento para el protocolo P4 + PGF Presynch & CO-Synch + P4 de 6 días.



La aplicación de PGF 48 h antes del comienzo del CO-Synch + P4 de 5 días en vaquillonas de razas lecheras disminuye los niveles de P4 y aumenta la proporción de vaquillonas con un folículo dominante (> 8 mm) al momento de la GnRH-1 lo cual lleva a una mejora en la tasa de ovulación (86% vs 19,0%) y la fertilidad (67,4% vs 54,7%) a la IATF (Karakaya-Bilen et al. 2019). Debido a la simplicidad de presincronizar únicamente con PGF se realizaron una serie de trabajos para determinar el efecto del método de presincronización en la respuesta ovulatoria y la fertilidad a la IATF con un CO-Synch + P4 de 6 días en ganado de carne. Vacas con cría y vaquillonas fueron sincronizadas con el CO-Synch + P4 de 6 días sin presincronización (Control), presincronizadas con una administración de PGF 48 h antes del inicio del CO-Synch + P4 de 6 días (PGF Presynch) o presincronizadas mediante la administración de un dispositivo de P4 por 6 días y la aplicación de PGF al retiro seguido por el inicio del CO-Synch + P4 de 6 días 48 h más tarde (P4 + PGF Presynch). El uso de presincronización, independientemente del método, resulto en la presencia de un folículo de mayor tamaño y una menor concentración de P4 al momento de la GnRH-1. La respuesta ovulatoria fue mayor en vacas tratadas con el P4 + PGF Presynch (88,2%) que en las tratadas con el PGF Presynch (66,7%) y a su vez estas fueron mayores que las observadas en el grupo Control (47,1%). Sin embargo, no se observaron diferencias en el tamaño del folículo preovulatorio, el momento del celo (~60 h) o el momento de la ovulación (~85 h) entre los tratamientos. Los resultados de expresión de celo y fertilidad en vacas con cría y vaquillonas se muestran en la Tabla 4. La expresión de celo fue mayor en las vacas tratadas con el PGF Presynch que en aquellas tratadas con el Control o el P4 + PGF Presynch. Por el contrario, la fertilidad fue mayor en las vacas que recibieron el P4 + PGF Presynch que en el resto de los grupos (Crist et al. 2022). En vaquillonas la presincronización independientemente del método resultó en una mayor expresión de celo, sin embargo, la fertilidad a la IATF fue mayor en vaquillonas tratadas con el P4 + PGF Presynch (Raines et al, inédito). En su conjunto, estos resultados indican un marcado beneficio al utilizar la presincronización con P4 y PGF tanto en vaquillonas como vacas con cría.

Tabla 4. Porcentajes de preñez en vacas con cría y vaquillonas presincronizadas con P4 + PGF (P4 + PGF Presynch), con PGF (PGF Presynch) o sin presincronizar (Control) antes del inicio de un CO-Synch + P4 de 6 días. Adaptado de (Crist et al. 2022) y (Raines et al. inédito).

Tratamiento

Parametro	Control	PGF Presynch	P4 + PGF Presynch
Vacas con cría (n)	218	217	210
Celo	74,8%[b]	83,9% [a]	75,7% [b]
P/IA d35	50,9%[b]	55,3% [b]	66,7% [a]
P/IA d90	49,1%[b]	51,9% [b]	61,4% [a]
Perdidas gestacionales	3,8%	5,9%	7,9%
Vaquillonas (n)	147	144	148
Celo	57,0%[b]	73,0% [a]	77,2% [a]
P/IA d35	54,4%[b]	53,5% [b]	67,6% [a]
P/IA d90	51,0%[b]	50,0% [b]	61,5% [a]
Perdidas gestacionales	6,2%	6,5%	9,0%

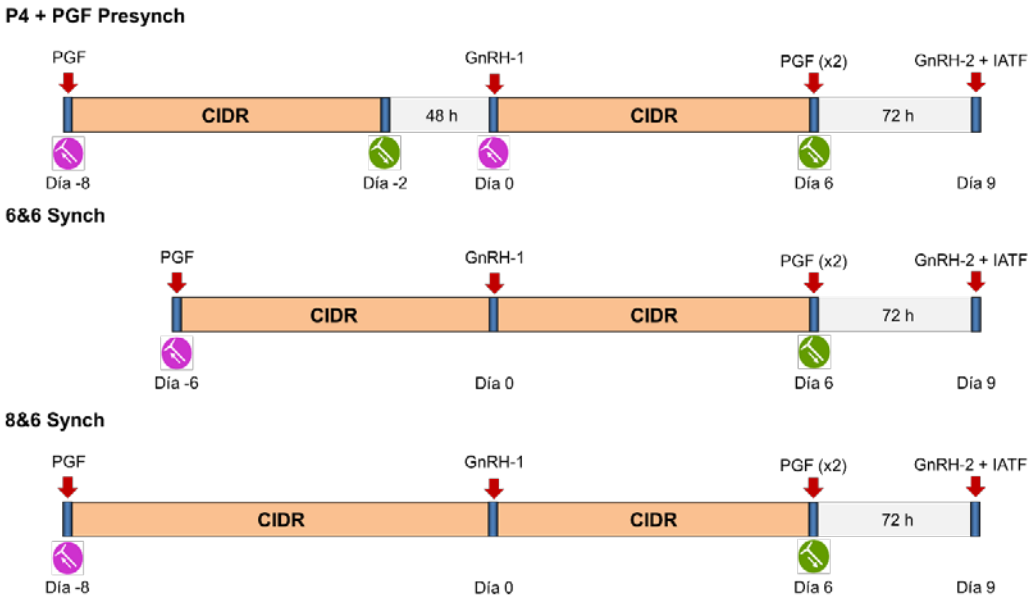
[a,b]Indica diferencias significativas (P < 0,05) entre tratamientos.

El análisis pormenorizado de los resultados obtenidos con el P4 + PGF Presynch en vaquillonas revelo que el momento del celo ocurre más temprano (~51 h) que lo observado en vacas con cría (~60 h). Por esta razón, se realizó un estudio con el objetivo de evaluar el momento de la IA (60 vs 72 h) en vaquillonas presincronizadas con el P4 + PGF Presynch (Garcia-Guerra et al. 2024). A pesar de que la expresión de celo fue mayor en vaquillonas inseminadas a las 72 h (82.6%) que en aquellas inseminadas a las 60 h (73.6%), la fertilidad a la IATF fue mayor cuando se realizó la IA a las 60 h (70,0%) que a las 72 h (66,1%).

Reducción del número de manejos durante la presincronización

La presincronización es una estrategia que permite aumentar la fertilidad a la IATF, sin embargo, las estrategias de presincronización descriptas conllevan un mayor número de manejos lo cual limita su aplicabilidad en el contexto de la ganadería extensiva. Una serie de estudios recientes evaluaron el uso de una estrategia de presincronización, 7&7 Synch, que utiliza un dispositivo de P4 y PGF previo al comienzo de un CO-Synch + P4 de 7 días pero que no requiere la remoción del dispositivo de P4 previo a la GnRH-1 reduciendo de esa manera el número de manejos requeridos. El 7&7 Synch consiste en la siguiente secuencia: PGF + inserción de un dispositivo de P4 – 7 días – GnRH-1 – 7 días – PGF + remoción del dispositivo de P4 – 66 o 54 h (vacas y vaquillonas respectivamente) – GnRH-2 + IATF. El 7&7 Synch utiliza la formación de un folículo persistente para abordar el desafío de la variabilidad en respuesta ovulatoria a la GnRH-1 (Small et al. 2009, Bonacker et al. 2020). Al administrar PGF y el dispositivo de P4 7 días antes de la GnRH-1, una mayor proporción de vacas presentan un folículo con capacidad ovulatoria en el momento de la GnRH-1 (Bonacker et al., 2020a). La utilización del 7&7 Synch en vacas con cría aumenta la expresión de celo (82% vs 64%) y la fertilidad a la IATF (72% vs 61%) en comparación con el CO-Synch + P4 de 7 días (IA 66 h) sin presincronización (Andersen et al. 2021). Asimismo, en vaquillonas el 7&7 Synch aumenta la expresión de celo (87% vs 31%) y la fertilidad a la IATF (50% vs 43%) en comparación con el CO-Synch + P4 de 7 días (IA 54 h) sin presincronización (Oosthuizen et al. 2020).

Figura 3. Esquema de tratamiento para protocolos de presincronización con o sin remoción del dispositivo previo al inicio del CO-Synch + P4 de 6 días.



La posibilidad de capitalizar los beneficios de la presincronización con P4 y PGF, pero al mismo tiempo minimizar el número de manejos requeridos llevo a nuestro grupo a evaluar el efecto de la presincronización, con o sin remoción del dispositivo de P4, previo al inicio del CO-Synch + P4 de 6 días (Figura 3). El uso del P4 + PGF Presynch en vacas con cría se tradujo en menor expresión de celo (72,3%) en comparación con el 6&6 Synch (80,7%) y el 8&6 Synch (79,7%). Sin embargo, no se observaron diferencias en la fertilidad a la IATF entre el P4 + PGF Presynch (65,3%), el 6&6 Synch (62,9%) y el 8&6 Synch (63,9%) (Folchini et al. 2024). Resultados preliminares en vaquillonas indican que la utilización de cualquiera de estas 3 estrategias resulta en una fertilidad similar, aunque es importante destacar que la utilización en vaquillonas requiere llevar a cabo la IA 60 h luego de la última administración de PGF (Garcia-Guerra et al. 2024). De esta manera, es posible recudir el número de manejos y así simplificar la presincronización sin comprometer la fertilidad proporcionado una alternativa más practica.

Consideraciones finales

Los protocolos a base de GnRH, como el CO-Synch + P4 de 5 o 6 días, pueden ser utilizados de manera eficiente para la realización de la IATF tanto en vacas con cría como en vaquillonas con resultados muy aceptables. Sin embargo, para alcanzar el objetivo de aumentar la eficiencia reproductiva es necesario el desarrollo de nuevas metodologías que permitan aumentar la fertilidad a la IATF y por lo tanto maximizar los beneficios que conlleva la misma. Las estrategias de presincronización presentadas permiten optimizar el control de la función ovárica y de esa manera aumentar la fertilidad. El incremento en el numero de manejos es sin duda una de las principales desventajas de este tipo de estrategias, sin embargo y como fue descripto anteriormente, existen alternativas para minimizar el número de manejos y aun así lograr una excelente fertilidad. Por último, es importante destacar que la utilización de este tipo de programas aun requiere el manejo óptimo de otros factores (nutrición, sanidad, etc.) relacionados a la realización exitosa de un programa de IATF.

Referencias

Abreu, F. M., M. A. Coutinho Da Silva, L. H. Cruppe, M. L. Mussard, G. A. Bridges, B. R. Harstine, G. W. Smith, T. W. Geary and M. L. Day 2018a. Role of progesterone concentrations during early follicular development in beef cattle: I. Characteristics of LH secretion and oocyte quality. Animal Reproduction Science 196: 59-68.

Abreu, F. M., T. W. Geary, M. A. Coutinho Da Silva, L. H. Cruppe, M. L. Mussard, C. A. Madsen, T. Martins, G. A. Bridges, B. R. Harstine and M. L. Day 2018b. Role of progesterone concentrations during early follicular development in beef cattle: II. Ovulatory follicle growth and pregnancy rates. Animal Reproduction Science 196: 69-76.

Adams, G. P., L. F. Nasser, G. A. Bó, A. Garcia, M. R. Del Campo and R. J. Mapletoft 1994. Superovulatory response of ovarian follicles of wave 1 versus wave 2 in heifers. Theriogenology 42: 1103-1113.

Ahmadzadeh, A., D. Gunn, J. B. Hall and J. B. Glaze 2015. Evaluation of treatment with a 5-day versus 7-day controlled internal drug-release insert on reproductive outcomes of beef heifers using a modified timed–artificial insemination protocol. The Professional Animal Scientist 31(3): 270-277.

Andersen, C. M., R. C. Bonacker, E. G. Smith, C. M. Spinka, S. E. Poock and J. M. Thomas 2021. Evaluation of the 7 & 7 Synch and 7-day CO-Synch + CIDR treatment regimens for control of the estrous cycle among beef cows prior to fixed-time artificial insemination with conventional or sex-sorted semen. Animal Reproduction Science 235: 106892.

Atkins, J. A., D. C. Busch, J. F. Bader, D. H. Keisler, D. J. Patterson, M. C. Lucy and M. F. Smith 2008. Gonadotropin-releasing hormone-induced ovulation and luteinizing hormone release in beef heifers: Effect of day of the cycle. Journal of animal science 86(1): 83-93.

Atkins, J. A., M. F. Smith, K. J. Wells and T. W. Geary 2010a. Factors affecting preovulatory follicle diameter and ovulation rate after gonadotropin-releasing hormone in postpartum beef cows. Part I: Cycling cows. Journal of Animal Science 88(7): 2300-2310.

Atkins, J. A., M. F. Smith, K. J. Wells and T. W. Geary 2010b. Factors affecting preovulatory follicle diameter and ovulation rate after gonadotropin-releasing hormone in postpartum beef cows. Part II: Anestrous cows. Journal of Animal Science 88(7): 2311-2320.

Bonacker, R. C., K. S. Stoecklein, J. W. C. Locke, J. N. Ketchum, E. R. Knickmeyer, C. M. Spinka, S. E. Poock and J. M. Thomas 2020. Treatment with prostaglandin F2α and an intravaginal progesterone insert promotes follicular maturity in advance of gonadotropin-releasing hormone among postpartum beef cows. Theriogenology 157: 350-359.

Bridges, G. A., J. K. Ahola, C. Brauner, L. H. Cruppe, J. C. Currin, M. L. Day, P. J. Gunn, J. R. Jaeger, S. L. Lake, G. C. Lamb, G. H. L. Marquezini, R. K. Peel, A. E. Radunz, J. S. Stevenson and W. D. Whittier 2012a. Determination of the appropriate delivery of prostaglandin F2α in the five-day CO-Synch + controlled intravaginal drug release protocol in suckled beef cows1. Journal of Animal Science 90(13): 4814-4822.

Bridges, G. A., L. A. Helser, D. E. Grum, M. L. Mussard, C. L. Gasser and M. L. Day 2008. Decreasing the interval between GnRH and PGF2α from 7 to 5 days and lengthening proestrus increases timed-AI pregnancy rates in beef cows. Theriogenology 69(7): 843-851.

Bridges, G. A., M. L. Mussard, C. R. Burke and M. L. Day 2010. Influence of the length of proestrus on fertility and endocrine function in female cattle. Animal Reproduction Science 117(3): 208-215.

Bridges, G. A., M. L. Mussard, L. A. Helser and M. L. Day 2014. Comparison of follicular dynamics and hormone concentrations between the 7-day and 5-day CO-Synch + CIDR program in primiparous beef cows. Theriogenology 81(4): 632-638.

Bridges, G. A., M. L. Mussard, J. L. Pate, T. L. Ott, T. R. Hansen and M. L. Day 2012b. Impact of preovulatory estradiol concentrations on conceptus development and uterine gene expression. Animal Reproduction Science 133(1-2): 16-26.

Busch, D. C., D. J. Schafer, D. J. Wilson, D. A. Mallory, N. R. Leitman, J. K. Haden, M. R. Ellersieck, M. F. Smith and D. J. Patterson 2008. Timing of artificial insemination in postpartum beef cows following administration of the CO-Synch + controlled internal drug-release protocol. Journal of Animal Science 86(7): 1519-1525.

Carvalho, P. D., M. C. Wiltbank and P. M. Fricke 2015. Manipulation of progesterone to increase ovulatory response to the first GnRH treatment of an Ovsynch protocol in lactating dairy cows receiving first timed artificial insemination. Journal of Dairy Science 98(12): 8800-8813.

Cerri, R. L. A., R. C. Chebel, F. Rivera, C. D. Narciso, R. A. Oliveira, M. Amstalden, G. M. Baez-Sandoval, L. J. Oliveira, W. W. Thatcher and J. E. P. Santos 2011a. Concentration of progesterone during the development of the ovulatory follicle: II. Ovarian and uterine responses. Journal of Dairy Science 94(7): 3352-3365.

Cerri, R. L. A., R. C. Chebel, F. Rivera, C. D. Narciso, R. A. Oliveira, W. W. Thatcher and J. E. P. Santos 2011b. Concentration of progesterone during the development of the ovulatory follicle: I. Ovarian and embryonic responses. Journal of Dairy Science 94(7): 3342-3351.

Chebel, R. C., J. E. P. Santos, R. L. A. Cerri, H. M. Rutigliano and R. G. S. Bruno 2006. Reproduction in dairy cows following progesterone insert presynchronization and resynchronization protocols. Journal of Dairy Science 89(11): 4205-4219.

Crist, A. E., J. C. L. Motta, C. Hayden, B. Duran, M. Mussard and A. Garcia-Guera 2021. Ovarian dynamics and fertility in beef cows administered a 5-day or 6-day CO-Synch protocol for timed artificial insemination. Journal of Animal Science 99(Supplement_3): 423-423.

Crist, A. E., J. C. L. Motta, C. Hayden, C. Rykaczewski, M. L. Mussard, C. R. Looney and A. Garcia-Guera 2022. Presynchronization using an intravaginal progesterone device improves fertility in suckled beef cows submitted to fixed time artificial insemination. Proceedings of the 19th International Congress of Animal Reproduction M26: 36.

Cruppe, L. H., M. L. Day, F. M. Abreu, S. Kruse, S. L. Lake, M. V. Biehl, R. S. Cipriano, M. L. Mussard and G. A. Bridges 2014. The requirement of GnRH at the beginning of the five-day CO-Synch + controlled internal drug release protocol in beef heifers. Journal of Animal Science 92(9): 4198-4203.

Day, M. L. 2015. State of the art of GnRH - based timed AI in beef cattle. ANIMAL REPRODUCTION 12(3): 473-478.

Dias, F. C. F., M. G. Colazo, J. P. Kastelic, R. J. Mapletoft, G. P. Adams and J. Singh 2010. Progesterone concentration, estradiol pretreatment, and dose of gonadotropin-releasing hormone affect gonadotropin-releasing hormone-mediated luteinizing hormone release in beef heifers. Domestic Animal Endocrinology 39(3): 155-162.

Fernandes, P., A. B. Teixeira, A. J. Crocci and C. M. Barros 2001. Timed artificial insemination in beef cattle using Gn RH agonist, PGF2alpha and estradiol benzoate (EB). Theriogenology 55(7): 1521-1532.

Folchini, N. P., A. E. Crist, J. C. L. Motta, S. Wellert, C. Rykaczewski, M. Saad, A. C. Carranza Martin and A. Garcia-Guerra 2024. Expression of estrus and fertility of different presynchronization strategies for fixed-time artificial insemination in suckled beef cows. Reproduction, Fertility and Development 36(2): 244-245.

García-Guerra, A., A. M. O. Canavessi, P. L. J. Monteiro, M. A. Mezera, R. Sartori, B. W. Kirkpatrick and M. C. Wiltbank 2018. Trio, a novel high fecundity allele: III. Acquisition of dominance and ovulatory capacity at a smaller follicle size. Biology of Reproduction 98(3): 350-365.

Garcia-Guerra, A., J. C. L. Motta, A. E. Crist, N. P. Folchini, C. Rykaczewski and S. Wellert 2024. Optimization of the time of insemination and presynchronization treatment in beef heifers submitted to fixed-time artificial insemination. Reproduction, Fertility and Development 36(2): 243.

Geary, T. W., J. C. P. Whittier, F. A. Thrift and S. L. Dolezal 1998. Effects of a Timed Insemination Following Synchronization of Ovulation Using the Ovsynch or CO-Synch Protocol in Beef Cows. The Professional Animal Scientist 14(4): 217-220.

Giordano, J. O., P. M. Fricke, J. N. Guenther, G. Lopes, Jr., M. M. Herlihy, A. B. Nascimento and M. C. Wiltbank 2012. Effect of progesterone on magnitude of the luteinizing hormone surge induced by two different doses of gonadotropin-releasing hormone in lactating dairy cows. Journal of Dairy Science 95(7): 3781-3793.

Giordano, J. O., M. C. Wiltbank, P. M. Fricke, S. Bas, R. Pawlisch, J. N. Guenther and A. B. Nascimento 2013. Effect of increasing GnRH and PGF2α dose during Double-Ovsynch on ovulatory response, luteal regression, and fertility of lactating dairy cows. Theriogenology 80(7): 773-783.

Grussing, T. M., M. L. Day, B. J. Funnell, B. R. Harstine, E. J. Northrop, G. A. Perry, J. J. J. Rich, D. W. Shike, K. R. Stewart and P. J. Gunn 2016. Requirement of GnRH administration at the onset of the 5 d CO-Synch + CIDR protocol in suckled beef cows. Journal of Animal Science 94(suppl_5): 535-535.

Gunn, P. J., K. C. Culp, R. P. Lemenager and G. A. Bridges 2016. Efficacy of the 5-day CO-Synch ovulation synchronization protocol with or without the inclusion of exogenous progesterone in beef cows. The Professional Animal Scientist 32(1): 82-89.

Helguera, I. L., P. Whittaker, A. Behrouzi, R. J. Mapletoft and M. G. Colazo 2018. Effect of initial GnRH and time of insemination on reproductive performance in cyclic and acyclic beef heifers subjected to a 5-d Co-synch plus progesterone protocol. Theriogenology 106: 39-45.

Henricks, D. M., J. T. Long, J. R. Hill and J. F. Dickey 1974. THE EFFECT OF PROSTAGLANDIN F2 DURING VARIOUS STAGES OF THE OESTROUS CYCLE OF BEEF HEIFERS. Reproduction 41(1): 113-120.

Karakaya-Bilen, E., E. S. Ribeiro, R. S. Bisinotto, A. Gümen and J. E. P. Santos 2019. Effect of presynchronization with prostaglandin F2α before the 5-d timed AI protocol on ovarian responses and pregnancy in dairy heifers. Theriogenology 132: 138-143.

Kasimanickam, R., M. Asay, P. Firth, W. D. Whittier and J. B. Hall 2012. Artificial insemination at 56 h after intravaginal progesterone device removal improved AI pregnancy rate in beef heifers synchronized with five-day CO-Synch + controlled internal drug release (CIDR) protocol. Theriogenology 77(8): 1624-1631.

Kasimanickam, R., J. C. Collins, J. Wuenschell, J. C. Currin, J. B. Hall and D. W. Whittier 2006. Effect of timing of prostaglandin administration, controlled internal drug release removal and gonadotropin releasing hormone administration on pregnancy rate in fixed-time AI protocols in crossbred Angus cows. Theriogenology 66(2): 166-172.

Kasimanickam, R., M. L. Day, J. S. Rudolph, J. B. Hall and W. D. Whittier 2009. Two doses of prostaglandin improve pregnancy rates to timed-AI in a 5-day progesterone-based synchronization protocol in beef cows. Theriogenology 71(5): 762-767.

Kasimanickam, R. K., P. Firth, G. M. Schuenemann, B. K. Whitlock, J. M. Gay, D. A. Moore, J. B. Hall and W. D. Whittier 2014. Effect of the first GnRH and two doses of PGF2α in a 5-day progesterone-based CO-Synch protocol on heifer pregnancy. Theriogenology 81(6): 797-804.

Lamb, G. C., J. E. Larson, T. W. Geary, J. S. Stevenson, S. K. Johnson, M. L. Day, R. P. Ansotegui, D. J. Kesler, J. M. Dejarnette and D. G. Landblom 2006. Synchronization of estrus and artificial insemination in replacement beef heifers using gonadotropin-releasing hormone, prostaglandin F2α, and progesterone1. Journal of Animal Science 84(11): 3000-3009.

Lamb, G. C., J. S. Stevenson, D. J. Kesler, H. A. Garverick, D. R. Brown and B. E. Salfen 2001. Inclusion of an intravaginal progesterone insert plus GnRH and prostaglandin F2α for ovulation control in postpartum suckled beef cows. Journal of Animal Science 79(9): 2253-2259.

Martinez, M. F., G. P. Adams, D. R. Bergfelt, J. P. Kastelic and R. J. Mapletoft 1999. Effect of LH or GnRH on the dominant follicle of the first follicular wave in beef heifers. 57(1-2): 23-33.

Martinez, M. F., J. P. Kastelic, G. P. Adams, B. Cook, W. O. Olson and R. J. Mapletoft 2002a. The use of progestins in regimens for fixed-time artificial insemination in beef cattle. Theriogenology 57(3): 1049-1059.

Martinez, M. F., J. P. Kastelic, G. P. Adams and R. J. Mapletoft 2002b. The use of a progesterone-releasing device (CIDR-B) or melengestrol acetate with GnRH, LH, or estradiol benzoate for fixed-time AI in beef heifers. Journal of Animal Science 80(7): 1746-1751.

Motta, J. C. L., G. Madureira, L. O. Silva, R. L. O. R. Alves, M. Silvestri, J. N. Drum, C. E. C. Consentini, A. B. Prata, K. G. Pohler, M. C. Wiltbank and R. Sartori 2020. Interactions of circulating estradiol and progesterone on changes in endometrial area and pituitary responsiveness to GnRH. Biology of Reproduction 103(3): 643-653.

Nascimento, A. B., A. H. Souza, A. Keskin, R. Sartori and M. C. Wiltbank 2014. Lack of complete regression of the Day 5 corpus luteum after one or two doses of PGF2α in nonlactating Holstein cows. Theriogenology 81(3): 389-395.

Oosthuizen, N., P. L. P. Fontes, K. Porter and G. C. Lamb 2020. Presynchronization with prostaglandin F2α and prolonged exposure to exogenous progesterone impacts estrus expression and fertility in beef heifers. Theriogenology 146: 88-93.

Peel, R. K., J. L. Seabrook, G. E. Seidel, J. C. Whittier, A. V. Grove and J. K. Ahola 2012. Effect of 2, 4, and 5-hour intervals between 2 prostaglandin F2α injections administered with 5-day CO-Synch + CIDR protocol on pregnancy rate in beef cows. The Professional Animal Scientist 28(6): 623-627.

Peel, R. K., J. C. Whittier, R. M. Enns, A. V. Grove and G. E. Seidel 2010. Effect of 6- Versus 12-Hour Interval Between 2 Prostaglandin F2α Injections Administered with 5-Day CO-Synch+Controlled Internal Drug-Release Protocol on Pregnancy Rate in Beef Cows. The Professional Animal Scientist 26(3): 307-312.

Perry, G. A., M. F. Smith, M. C. Lucy, J. A. Green, T. E. Parks, M. D. MacNeil, A. J. Roberts and T. W. Geary 2005. Relationship between follicle size at insemination and pregnancy success. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 102(14): 5268.

Peterson, C., A. Alkar, S. Smith, S. Kerr, J. B. Hall, D. Moore and R. Kasimanickam 2011. Effects of one versus two doses of prostaglandin F2alpha on AI pregnancy rates in a 5-day, progesterone-based, CO-Synch protocol in crossbred beef heifers. Theriogenology 75(8): 1536-1542.

Pursley, J. R., M. O. Mee and M. C. Wiltbank 1995. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2alpha and GnRH. Theriogenology 44(7): 915-923.

Rojas Canadas, E., S. E. Battista, J. Kieffer, S. Wellert and A. Garcia-Guerra 2020. Increasing gonadotrophin-releasing hormone dose at initiation of a 5-day CO-Synch protocol increases ovulatory response but not fertility in yearling beef heifers. Reproduction, Fertility and Development 32(2): 206-207.

Rojas Canadas, E., S. E. Battista, J. D. Kieffer, S. R. Wellert, M. L. Mussard and A. Garcia-Guerra 2023. GnRH dose at initiation of a 5-day CO-Synch + P4 for fixed time artificial insemination in suckled beef cows. Animal Reproduction Science 250: 107210.

Rojas Canadas, E., B. Duran, G. Machado, A. Nall, S. E. Battista, M. Mussard, P. S. Baruselli and A. Garcia-Guerra 2021. Presynchronization and reutilization of progesterone devices during a 6-day CO-Synch protocol for fixed-time artificial insemination in beef heifers. Reproduction, Fertility and Development 33(2): 165-166.

Sala, R. V., L. F. Melo, J. C. L. Motta, L. Leffers-Neto, L. C. Carrenho-Sala, M. Fosado, J. F. Moreno, P. S. Baruselli, M. C. Wiltbank and A. García-Guerra 2020. Optimization of a 5-day fixed-time embryo transfer (FTET) protocol in heifers I. Manipulation of circulating progesterone through reutilization of intravaginal progesterone devices during FTET. Theriogenology 156: 171-180.

Small, J. A., M. G. Colazo, J. P. Kastelic and R. J. Mapletoft 2009. Effects of progesterone presynchronization and eCG on pregnancy rates to GnRH-based, timed-AI in beef cattle. Theriogenology 71(4): 698-706.

Vasconcelos, J., R. Silcox, G. Rosa, J. Pursley and M. Wiltbank 1999. Synchronization rate, size of the ovulatory follicle, and pregnancy rate after synchronization of ovulation beginning on different days of the estrous cycle in lactating dairy cows. Theriogenology 52(6): 1067-1078.

White, S. S., R. K. Kasimanickam and V. R. Kasimanickam 2016. Fertility after two doses of PGF2α concurrently or at 6-hour interval on the day of CIDR removal in 5-day CO-Synch progesterone-based synchronization protocols in beef heifers. Theriogenology 86(3): 785-790.

Whittier, W. D., J. F. Currin, H. Schramm, S. Holland and R. K. Kasimanickam 2013. Fertility in Angus cross beef cows following 5-day CO-Synch + CIDR or 7-day CO-Synch + CIDR estrus synchronization and timed artificial insemination. Theriogenology 80(9): 963-969.

Whittier, W. D., R. K. Kasimanickam, J. F. Currin, H. H. Schramm and M. Vlcek 2010. Effect of timing of second prostaglandin F2α administration in a 5-day, progesterone-based CO-Synch protocol on AI pregnancy rates in beef cows. Theriogenology 74(6): 1002-1009.

Wilson, D. J., D. A. Mallory, D. C. Busch, N. R. Leitman, J. K. Haden, D. J. Schafer, M. R. Ellersieck, M. F. Smith and D. J. Patterson 2010. Comparison of short-term progestin-based protocols to synchronize estrus and ovulation in postpartum beef cows. Journal of animal science 88(6): 2045-2054.

Wiltbank, M. C. and J. R. Pursley 2014. The cow as an induced ovulator: Timed AI after synchronization of ovulation. Theriogenology 81(1): 170-185.

¿UNA O DOS DOSIS? LA DUDA HAMLETICA

G.Gnemmi[1], Mei Cheng[2], B.Gnemmi[1], C.V.A.Maraboli[1], J.Barca[3]

[1]. Bovinevet Internacional SL. Huesca (ES)

[2]. Director del Departamento de Reproducción AUSTASIA Dairy farms

[3] Department of Dairy Science and Technology, Veterinary Faculty, Universidad de la República, 12100, Montevideo, Uruguay

Abstract

Desde hace muchos años, la prostaglandina PGF2a se utiliza doble dosis con intervalo de 24 horas en programas de sincronización y presincronización de la ovulación . La presincronización ha contribuido a aumentar las tasas de cubrición y de concepción en la cría de ganado vacuno. Sin embargo, es un método que implica el uso de numerosas dosis de GnRH/PGF2a, pero sobre todo requiere que las vacas sean capturadas 7 veces utilizando Presynch-Ovsynch® y 8 veces utilizando Double-Ovsynch®. Se trata de un trabajo considerable, que puede condicionar el resultado final en términos de tasa de concepción. De hecho, los mismos programas no garantizan los mismos resultados en distintos rebaños, lo que demuestra que el cumplimiento con el que se llevan a cabo los programas tiene una importancia fundamental. La posibilidad de poder realizar un método de presincronización que al mismo tiempo garantizara el resultado en términos de tasa de concepción, reduciendo el número de capturas de ganado, y al mismo tiempo redujera la cantidad de prostaglandina administrada, sería sin duda de gran beneficio para el sistema de cría.

Objetivo de los autores es comparar tres enfoques luteolíticos diferentes en el breeding Ovsynch del Double Ovsynch®: una doble prostaglandina natural con un intervalo de 24 horas, una doble administración de d-cloprostenol con un intervalo de 24 horas y una dosis única de d-cloprostenol aumentada en un 50%. El ensayo se llevó a cabo en tres explotaciones de vacuno de leche, situadas en China: la explotación 1 (5.420 vacas en lactación) y la explotación 2 (5.500 vacas en lactación), en Shandong, y la explotación 3 (5.600 vacas en lactación), en Inner Mongolia. Las vacas de cada una de estas granjas se ordeñaban cuatro veces al día y la producción media, respectivamente, de: 43,5 kg/día (granja 1), 43,1 kg/día (granja 2) y 44,0 kg/día (granja 3). La tasa de preñez a los 21 días de cada granja: 39,2% (granja 1), 38,8% (granja 2) y 40,2% (granja 3). La prueba se realizó en dos momentos: enero-mayo de 2023 y julio-octubre de 2023. Todos los animales fueron presincronizados con un Double Ovsynch, con una primera administración de GnRH entre 40-46 DIM, logrando la FTAI entre 67-73 DIM. Todas las vacas fueron inseminadas estrictamente al final del programa de pre-sincronización. La GnRH y las prostaglandinas se administraron por vía intramuscular profunda, en el muslo, entre el músculo semitendinoso y el músculo semimembranoso, con jeringas de 5 ml y una aguja 18 G de 4 cm. Todas las vacas examinadas que no habían mostrado celo anteriormente fueron diagnosticadas de gestación mediante ecografía transrectal a los 38 días (38-44 días post IA), con un trasductor linear de 7.5 MHz. Los diagnósticos se confirmaron con un segundo diagnóstico de gestación mediante ecografía transrectal a los 83 días de gestación (83-89 días post IA).

Durante la parte invernal del ensayo, se incluyeron en el mismo un total de 1.728 vacas, distribuidas según granja, el tratamiento y la parity de la siguiente manera:

Prostaglandina naturale x 2: farm 1, 190 bovine (50 primipare, 76 secondipare e 64 multipare); farm 2, 198 bovine (49 primipare, 62 secondipare e 87 multipare); farm 3, 186 bovine (49 primipare, 53 secondipare e 84 multipare).

d-Cloprostenolo x 2: farm 1, 197 bovine (52 primipare, 74 secondipare e 71 multipare); farm 2, 198 bovine (50 primipare, 61 secondipare e 84 multipare); farm 3, 186 bovine (50 primipare, 51 secondipare e 87 multipare).

d-Cloprostenolo x 1 + 50%: farm 1, 196 bovine (50 primipare, 73 secondipare e 73 multipare); farm 2, 198 bovine (50 primipare, 62 secondipare e 84 multipare); farm 3, 186 bovine (49 primipare, 49 secondipare e 84 multipare).

Durante la parte de verano del ensayo, se incluyeron en el mismo un total de 1.913 vacas, distribuidas según granja, el tratamiento y la parity de la siguiente manera:

Prostaglandina naturale x 2: farm 1, 220 bovine (61 primipare, 76 secondipare e 83 multipare); farm 2, 216 bovine (56 primipare, 76 secondipare e 84 multipare); farm 3, 191 bovine (67 primipare, 48 secondipare e 76 multipare).

d-Cloprostenolo x 2: farm 1, 218 bovine (59 primipare, 78 secondipare e 81 multipare); farm 2, 232 bovine (73 primipare, 74 secondipare e 85 multipare); farm 3, 198 bovine (72 primipare, 61 secondipare e 65 multipare).

d-Cloprostenolo x 1 + 50%: farm 1, 219 bovine (60 primipare, 76 secondipare e 83 multipare); farm 2, 216 bovine (58 primipare, 75 secondipare e 83 multipare); farm 3, 203 bovine (71 primipare, 43 secondipare e 89 multipare).

El resultado final demostró que el tratamiento con d-cloprostenol producía mejores tasas de concepción que el tratamiento con prostaglandina natural. La comparación de la administración de dos dosis de d-cloprostenol con un intervalo de 24 horas frente a una dosis única de d-cloprostenol aumentada en un 50% no reveló diferencias. Este resultado allana el camino para un posible tratamiento con una dosis única de d-cloprostenol, lo que permitiría capturar el ganado una vez menos, utilizando comopletamente 1 ml menos de prostaglandina.

UNA REVISIÓN DE TECNOLOGÍAS Y SENSORES DISPONIBLES EN VACUNO LECHERO

Dra. Lorena Castillejos

Resumen

Las tecnologías de precisión o ganadería de precisión (PLF por sus siglas en inglés, Precision Livestock Farming) han sido desarrolladas con el propósito de optimizar la gestión de las explotaciones ganaderas, mejorando la productividad y el bienestar animal. La tecnología PLF debe ser una herramienta de apoyo para la toma de decisiones, contribuyendo a mejorar la sostenibilidad de las explotaciones lecheras a través de la aplicación de procedimientos automatizados que disminuyan la necesidad de mano de obra, reduzcan los problemas de manejo y de gestión de grupos grandes de animales y minimicen el impacto ambiental. Las tecnologías PLF utilizadas actualmente incluyen sistemas de ordeño automático (AMS o robots de ordeño); sensores basados en el animal (crotales, collares o bandas que contienen dispositivos que detectan actividad como podómetros y acelerómetros; y/o ubicación como GPS o sensores de proximidad); sensores basados en el entorno que pueden incluir detectores de RFID, micrófonos (para capturar vocalizaciones, por ejemplo) y diversas tecnologías de cámaras; sistemas de alimentación automática; y registros automáticos de peso corporal o de la condición corporal mediante cámaras y procesado de imagen. Esta pretende ser una revisión de sensores y tecnologías actualmente disponibles en granjas lecheras, y otros avances tecnológicos que se encuentran en estudio.

Ganadería de precisión

La ganadería de precisión se utiliza a menudo para **describir** la estrategia de gestión que recopila, procesa y analiza datos temporales, espaciales e individuales y combina estos datos con otra información para apoyar las decisiones de gestión de acuerdo con la variabilidad estimada para mejorar la eficiencia del uso de recursos, la productividad, la calidad, la rentabilidad y la sostenibilidad de la producción agrícola (ISPA). Bewley (2010) describe la Ganadería de Precisión como el uso de tecnologías para medir indicadores fisiológicos, conductuales y de producción en animales individuales con el fin de mejorar las estrategias de gestión y el rendimiento de la explotación lecheras. Y Berckman et al. (2017) la describe como la gestión de la ganadería mediante una monitorización continua, automática y en tiempo real de la salud, el bienestar, la producción, la reproducción y el impacto ambiental con el fin de aumentar la eficiencia productiva.

Los sistemas de ganadería de precisión (PLF) en el vacuno lechero tienen como **objetivo** llevar a cabo una monitorización continua y totalmente automatizada de cada animal. Estos dispositivos de seguimiento abarcan prácticamente cualquier tipo de sensor que pueda ser utilizado y aplicado en cualquier fase del proceso de producción, como sensores de imagen y sonido, temperatura, presión y análisis de la leche, entre otros. La función principal de los sistemas PLF se centra en observar el comportamiento de los animales, como su alimentación, consumo de agua, descanso, etc., y detectar cambios en este comportamiento debidos a factores externos, como condiciones de alojamiento (variaciones de temperatura, humedad y flujo de aire) o cambios biológicos (celo, parto y enfermedades) que afectan de manera significativa a la salud y el bienestar de los animales. Cuando se identifican estos cambios de comportamiento, el sistema emite una señal de advertencia, lo que permite tomar medidas inmediatas, un diagnóstico o solución precoz del problema o una evaluación inmediata de la práctica de manejo. Esto hace posible la monitorización 24x7 de los animales independientemente del tamaño de la granja.

¿Qué tipo de tecnología encontramos en el vacuno lechero?

En primer lugar, la monitorización individualizada y continua de los animales mediante la identificación electrónica resulta fundamental para implementar otros tipos de tecnología y sensores más avanzados.

La monitorización de comportamientos específicos, como la rumia, el acceso o el número de visitas al comedero, o si el animal está pastando, junto con el nivel de actividad o la cantidad de tiempo que pasa tumbado, proporcionará información muy útil para desarrollar algoritmos que nos alerten sobre el estado reproductivo o nos ayuden a prever y prevenir procesos patológicos. Esto no sólo mejorará la salud y el bienestar de los animales, sino que también minimizará el uso de ciertos tratamientos, como los antibióticos.

La ganadería de precisión también puede mejorar la eficiencia alimentaria al aumentar la frecuencia de alimentación mediante sistemas que elaboran y administran la ración, estimulando el consumo de manera automatizada o nodrizas que alimentan a

las terneras. Los sistemas alimentación automática para terneros están generando un cambio de paradigma en la forma de criar a los terneros lecheros. A pesar de las preocupaciones iniciales sobre el aumento de la transmisión de enfermedades, los beneficios de la alimentación automatizada de terneros parecen superar las desventajas cuando se manejan de forma adecuada. Están apareciendo nuevos sistemas para monitorizar la oferta y el consumo de raciones TMR para vacas lactantes. Esto es especialmente importante en términos económicos y sociales, debido a los precios desorbitados de los alimentos y la preocupación por la eficiencia productiva y las emisiones de gases de efecto invernadero.

Asimismo, se pueden mejorar la eficiencia productiva mediante la robotización del ordeño, el uso de básculas o sistemas con imágenes para controlar la condición corporal o el crecimiento de los animales. También encontramos puertas separadoras para la gestión del rebaño o sistemas de geolocalización para sistemas de producción extensiva.

Mediante infrarrojos, también podemos estimar la composición de la leche, incluyendo grasa, proteína, o medir la cantidad de BHB para detectar y prevenir la cetosis. También encontramos sensores para detectar la mamitis en el ordeño, utilizando la conductividad eléctrica, o con biosensores que detectan enzimas o proteínas inflamatorias, así como cambios de color. Además, también encontramos carros mezcladores que incorporan tecnología NIR que permiten analizar el forraje en tiempo real.

Otros tipos de tecnología nos permiten reducir el impacto medioambiental utilizando robots que limpian y recogen el estiércol.

Revisaremos la tecnología PLF más implantada en nuestras granjas agrupándolas en aquellas que se han desarrollado para: monitorizar la salud y el bienestar de los animales (mamitis, cojeras y otras enfermedades); monitorizar la reproducción (detección de celo, momento óptimo de la inseminación, parto y distocia); registrar la cantidad y calidad de la leche (robots de ordeño); automatizar la alimentación; y limpiar y recoger estiércol.

1.Identificación de problemas de salud y bienestar

1.1.Detección de Cojeras

La cojera es una de las tres principales causas de salud, junto con la mamitis y los problemas reproductivos, que ocasionan pérdidas económicas importantes en una granja de vacuno lechero. Los animales afectados muestran una movilidad reducida, una disminución de la producción de leche, de la capacidad reproductiva y pérdida de condición corporal, además de experimentar un intenso dolor, lo que afecta negativamente a su bienestar.

La observación visual es la técnica más utilizada para detectar cojeras, sin embargo, es un proceso que requiere de mano de obra, que varía según quien sea el observador y que consume mucho tiempo, por lo que en muchas ocasiones no se realiza tal observación, ocasionando pérdidas productivas y económicas importantes. La detección precoz de esta enfermedad es fundamental para prevenir su evolución y mejorar la eficacia del tratamiento.

Se han desarrollado varios modelos mediante PLF para la detección de cojera mediante la monitorización de la monta, la locomoción, y patrones de marcha de animales individuales mediante el uso de cámaras (análisis de imágenes de vídeo y medición de la velocidad), células de carga (básculas) o acelerómetros.

Los sistemas de visión por computadora permiten detectar las cojeras en las vacas mediante el uso de cámaras bidimensionales, tridimensionales y cámaras térmicas de infrarrojos. Estos sistemas miden la geometría del movimiento sin considerar las fuerzas que se generan durante el mismo. Otros sistemas se han centrado en los cambios de movimiento, en los cambios en la posición de las patas o en los cambios de comportamiento, utilizando sensores de contacto o presión, o acelerómetros. Aunque las imágenes son muy atractivas, los acelerómetros o los sensores de presión, en comparación con los métodos de detección por imagen, nos proporcionan datos/información de una forma más intuitiva y sencilla.

Por ejemplo, Pastell y Kujala (2007) crearon un modelo de redes neurales con cuatro balanzas basado en la presión que ejercía cada pata. Utilizando 73 vacas durante un período de 5 meses (10.000 ordeños), llegaron a una validación del 100% para la detección de las cojeras de todas las patas con únicamente un 1.1% de falsos positivos. Sin embargo, otros estudios (Viazzi et al., 2013) han observado múltiples falsos positivos al desarrollar modelos utilizando cámaras y el análisis de datos en 3D, por lo que las cojeras siguen siendo una asignatura pendiente para la tecnología basada en sensores de imagen.

Algunos estudios que utilizan acelerómetros han demostrado que las vacas cojas pasan menos tiempo comiendo, las visitas al comedero son más cortas y comen menos durante el día (Barker et al., 2018). Aunque el comportamiento más estudiado relacionado con las cojeras ha sido el tiempo que pasan acostadas, ya que las vacas cojas suelen descansar más tiempo y cambian menos veces de posición, hay muchos estudios en los que no se ha encontrado esta relación entre las vacas cojas y el aumento del tiempo acostadas. Sin embargo, Chapinal et al. (2009) evaluaron diferentes lesiones en la pezuña y si observaron que las vacas con úlceras estuvieron más tiempo acostadas que las vacas sin lesiones, concretamente más de una hora, y tardaron más en cambiar de posición.

1.2.Detección de Mastitis

La mamitis es una de las áreas más investigadas, por sus implicaciones sobre la salud pública, la calidad de la leche, el bienestar animal y el impacto negativo sobre la sostenibilidad económica de la granja (Ruegg et a., 2017).

La llegada de los robots de ordeño ha iniciado el desarrollado de diversas tecnologías automáticas para la detección precoz de la mamitis (Jensen et al., 2016). Estos sistemas constan de una combinación de sensores para la recopilación de datos y de algoritmos que traducen los datos en alertas que ayudarán a la toma de decisiones (Rutten et al., 2013). La salud de la ubre requiere un enfoque multisensor debido a las diversas respuestas inflamatorias descritas como mamitis. Entre las variables más analizadas y evaluadas para la detección de la mamitis durante el ordeño automático encontramos: la conductividad eléctrica de la leche, el color de la leche, la lactato deshidrogenasa (LDH), N-acetylβ-d-glucosaminidase activity (NAGase), la producción de leche, el peso corporal, los porcentajes de lactosa, grasa y proteínas, el color o el porcentaje de sangre, y el recuento de células somáticas. También encontramos otras tecnologías PLF en desarrollo como cámaras infrarrojas y térmicas.

1.3.Detección de trastornos metabólicos

La monitorización de trastornos metabólicos está mejorando lentamente, pero sin pausa, mediante el desarrollo de bolos ruminales que registran el pH y la temperatura ruminal para detectar la acidosis subaguda, el pesaje automatizado, la condición corporal mediante captura de imágenes, el análisis de biomarcadores metabólicos (BHB y acetona) y el estudio del comportamiento de la vaca mediante el uso de acelerómetros. La aplicación de algoritmos a las medidas captadas por estos dispositivos también nos permite identificar el riesgo de enfermedad y la tipología de la enfermedad.

Por ejemplo, el uso de acelerómetros nos permite identificar, diagnosticar y tratar enfermedades metabólicas tanto pre como postparto. Utilizando acelerómetros durante 3 semanas antes del parto en unas 500 vacas, Belaid et al. (2021) registraron los pasos, las visitas y el tiempo que el animal pasaba en el comedero, el tiempo que estaba acostada y el número de veces que se levantaba y se acostaba. Además, se registró la salud postparto durante 30 días diagnosticando casos de metritis, mastitis, retención de placenta, desplazamiento de abomaso, cetosis e hipocalcemia. La semana previa al parto, las vacas con metritis mostraron más episodios de cambios de pie a sentada (+21%). Las vacas con desplazamiento de abomaso redujeron las visitas al comedero (-24%) y dieron menos pasos (-18%), mientras que las vacas con cetosis también redujeron el número de comidas (-22%) y pasaron menos tiempo en el comedero (-40%). Los acelerómetros y las ecuaciones de predicción nos permiten diferenciar entre las vacas afectadas por metritis, desplazamiento de abomaso, y cetosis. Sin embargo, se observan altos porcentaje de falsos positivos que deben mejorarse antes de su implementación a nivel de campo.

También contamos con otros sensores en forma de bolos ruminales, que también miden la actividad del animal, pero su principal objetivo es medir el pH ruminal, además de la temperatura ruminal. Estos sensores miden el pH en el rumen de forma continua, lo que nos permite utilizarlo como un indicador de la ingesta excesiva de carbohidratos no fibrosos o la ingesta insuficiente de fibra físicamente efectiva. Llonch et al. (2021) observaron cómo la ingesta de niveles de fibra físicamente efectiva por debajo del 7% aumentaba el tiempo que los animales estaban a un pH inferior a 5,8. Esta información puede ser útil para prevenir y detectar problemas de salud, como acidosis, abscesos hepáticos, desplazamiento de cuajar, diarreas, laminitis o disminución de la producción de leche. Desafortunadamente, estos sensores tienen un par de limitaciones: la necesidad de calibración del electrodo y el alto coste del bolo ruminal, lo que limita significativamente la implementación de esta tecnología a nivel de la granja (Knight, 2020).

2.Registros reproductivos

2.1.Detección de celo

Existe una clara tendencia hacia una menor detección de celo y una disminución en las tasas de concepción y partos en nuestras granjas. El celo de las vacas más productivas ha disminuido, pasando de durar 14 horas a unas 4-6 horas, las vacas muestran cada vez síntomas menos intensos y durante menos tiempo (Roelofs et al., 2005, Mottram, 2016). Además, las vacas suelen mostrar el celo durante la noche, de 7 de la noche a 7 de la mañana, y dado que las granjas son cada vez más grandes, la detección visual del celo se vuelve cada vez más difícil. Esto conduce a la necesidad de realizar más inseminaciones y, aun así, la tasa de concepción sigue disminuyendo.

Por lo que muchos de los problemas reproductivos se deben a la pérdida de capacidad para identificar el celo, no a una menor fertilidad. Es aquí donde la tecnología PLF ofrece algunas soluciones para la detección de celo mediante la implementación de técnicas de aprendizaje automático (ML, machine learning) y dispositivos de monitorización en tiempo real, que pueden ayudarnos a determinar la ventana óptima para inseminar al animal. Una vaca en celo es más activa, pasa más tiempo de pie o caminando y menos tiempo tumbada. El acelerómetro detecta esta actividad y genera una alerta que indica que la vaca está en celo.

Rutten et al. (2013) identificaron 41 artículos sobre la detección automática del celo, que incluían la detección de actividad (podómetros, medidores de actividad y acelerómetros tridimensionales), niveles de progesterona en la leche (biosensores e inmuno-tiras), comportamiento de monta (sensores y cámaras de video), vocalización (micrófono) y temperatura corporal (transductor de temperatura y bolos en el retículo de la vaca). Los acelerómetros y podómetros han sido los sensores más estudiados hasta el momento (Rutten et al., 2013). Los acelerómetros triaxiales han permitido desarrollar modelos predictivos de comportamiento, a veces combinados con la actividad de rumia. Por lo que los sistemas de collares de detección de celo están reemplazando a los podómetros.

Sin embargo, medir la actividad con collares en el cuello, con crotales en las orejas, utilizar el recuento de pasos con podómetros o medir las veces que se tumban o el tiempo que están tumbadas, así como medir el tiempo que rumian (-19,6%, Reith et al., 2014) o se alimentan los animales, e incluso la temperatura del rumen, todas estas medidas pueden ser buenos predictores del celo en las vacas. Sin embargo, el registro de la temperatura superficial del animal es poco fiable para predecir el celo (Dolecheck et al., 2015).

En otra revisión sobre la detección del celo, Mottram (2016) menciona la importancia de combinar diferentes registros. Sin embargo, por el momento el hecho de incluir más variables (sensores adicionales) no necesariamente mejora los resultados y por el contrario plantea nuevos desafíos. Otras medidas (temperatura de la leche y de la piel, narices electrónicas, producción de leche) se han ido abandonando. Y otros biosensores como marcadores de ovulación o preñez siguen en desarrollo.

2.2.Detección de Parto y Distocia

Los acelerómetros también son capaces de prever el momento del parto y el riesgo de partos distócicos. La predicción y detección del momento del parto es un área de investigación activa centrada principalmente en el cambio de comportamiento. Observamos una disminución en la duración de la rumia, un aumento de diferentes actividades y un incremento en los episodios de descanso. A través del aprendizaje automático de las redes neuronales, podemos combinar la actividad, el tiempo de rumia y otras variables para generar alertas que nos avisen 8 horas antes del parto (Borchers et al., 2017).

Por otro lado, las vacas que experimentan algún grado de distocia son más propensas a desarrollar complicaciones durante el postparto, con el consiguiente impacto en el bienestar y la productividad del animal. En este estudio, Proudfoot et al. (2009) lograron establecer alarmas de parto con 4 horas de antelación y de parto distócico con 24 horas de antelación. Se midió individualmente el consumo de materia seca y agua, el tiempo de descanso de cada vaca, y el número de cambios de posición de estar de pie a sentada. Observaron que 24 horas antes del parto, las vacas con distocia estuvieron comiendo 34 minutos menos que las vacas que no experimentaron distocia (106 ± 11 vs. 140 ± 11 min/d, P = 0.04). Por lo que las vacas con distocia consumieron 2,6 kg menos de alimento 24 horas antes del parto (8,3 ± 0,7 vs. 10,9 ± 0,7 kg/d) en comparación con las vacas sin problemas en el parto. No se observaron diferencias en el tiempo dedicado a beber entre los animales con distocia y los animales eutócicos, posiblemente debido a la variabilidad observada. Sin embargo, numéricamente consumían menos agua 24 horas antes del parto (22,4 ± 4,4 vs. 36,2 ± 4,4 kg/d, respectivamente) y más agua después de las 24 horas postparto (56,9 ± 3,1 vs. 48,7 ± 3,1 kg/d) en comparación con las vacas eutócicas.

3. Robots. Sistemas automáticos de Ordeño y otros.

Los desarrollos tecnológicos siguen dos corrientes contrarias: una es añadir más sensores en el animal, especialmente en los collares. Esto significa que los sensores pueden monitorizar al animal continuamente donde se encuentre. El otro enfoque, que es el más económico, especialmente para rebaños grandes, es tener un único lugar de registro por el que todas las vacas deben pasar, como por ejemplo en el sistema de ordeño. El sistema de ordeño automático, por el que las vacas pasan de forma individual varias veces al día, es un lugar ideal para llevar a cabo esta monitorización individual de las vacas.

Los sistemas de ordeño automático aparecen por primera vez en las granjas lecheras en la década de los 90, y en estos momentos se están implementando como uno de los sistemas más integrados y conectados que encontramos en la ganadería PLF. La gestión del ordeño está cambiando, ya no se realiza en intervalos específicos durante el día, sino que cada vaca puede "elegir" el momento para ser ordeñada, permitiendo que el proceso de ordeño se distribuya a lo largo de las 24 horas del día. Este sistema automático de ordeño se basa en conseguir un ordeño "voluntario" del ganado que tiende a aumentar la producción de leche, al aumentar la frecuencia de ordeño promedio (3-4 visitas), al mismo tiempo que reduce los costes laborales y mejora la salud y el bienestar de los animales (John et al., 2016). Sin embargo, los efectos del ordeño robotizado sobre las características de la leche no están tan claros. En concreto se está estudiando cómo se modifican algunos aspectos bioquímicos de la leche relacionados con el intervalo entre ordeños (5-6 horas), que determina la duración de la actividad enzimática y el crecimiento bacteriano. Johansson et al. (2017) observaron que la leche producida por robots tenía un menor contenido de proteínas, plasmina, plasminógeno, caseína total y la fracción de β-caseína como porcentaje de la proteína total, mientras que tenía un recuento de células somáticas más alto y de proteólisis total. Sin embargo, es importante destacar que la mayoría de las diferencias que se han encontrado entre la leche obtenida por robots o de forma convencional son relativamente pequeñas, y la variabilidad entre rebaños, alimentación o estaciones del año las supera con creces (Hogenboom et al., 2019).

Por otro lado, encontramos múltiples sensores integrados en el robot de ordeño que permiten registrar datos precisos y en tiempo real de cada ordeño. Estos datos nos proporcionan información detallada sobre la producción de leche a través de sensores de conductividad eléctrica, sensores de presión o infrarrojos, permitiéndonos tomar decisiones fundamentadas, como priorizar las vacas en pico de lactancia y evitar sobrealimentar a las menos productivas.

Algunos robots también permiten el análisis de la concentración de BHB (que detecta cetosis subclínicas permitiendo un tratamiento temprano con propilenglicol) o analizar la concentración de LDH en la leche para diagnosticar precozmente mastitis. Además, existe la opción de incorporar sensores al robot que permiten detectar, en el primer chorro de cada cuarterón, si la leche tiene un color, conductividad y temperatura normales o si está fuera de rango y debe eliminarse. Este enfoque preventivo ayuda a detectar el mayor número posible de mastitis subclínicas horas antes de que el ganadero pueda hacerlo. A nivel reproductivo, la detección del celo mediante la medición de la actividad puede complementarse con análisis de la concentración de progesterona en la leche para determinar cuándo ovula la vaca. Esto permite no solo identificar el celo sino también diagnosticar el estado de gestación, abortos y trastornos reproductivos como anestro prolongado, quistes foliculares o cuerpos lúteos persistentes.

Algunos de estos sistemas de ordeño automático también incorporan la medición de la condición corporal de la vaca mediante un sistema de cámaras o el pesaje automático de la vaca durante el ordeño, lo que permite registrar la tendencia de aumento o pérdida de peso o de condición corporal.

Actualmente, la introducción de sistemas de ordeño robótico en salas rotativas u ordeño automatizado por lotes (Bach Milking) está aumentando la mecanización del ordeño en explotaciones grandes.

La robótica también se está utilizando para desarrollar sistemas de alimentación automática que se encargan de presar, mezclar y administrar (por ejemplo, mediante una cinta transportadora) la ración del ganado. Estos sistemas aumentan la frecuencia de la administración de alimentos para estimular el consumo. Principalmente, estos sistemas se encuentran en los países nórdicos, que lideran la automatización de la alimentación con la instalación de unidades autónomas para la preparación y distribución de raciones. En España, encontramos soluciones intermedias, como robots que acercan la ración a las vacas para estimular la ingesta y la vuelven a mezclar antes de llevarla cerca de las vacas, también con el objetivo de estimular el consumo de alimentos. Otros sistemas de alimentación automatizados serían los dispensadores de concentrado, que podemos encontrar fundamentalmente en los robots de ordeño para incentivar la frecuencia del ordeño voluntario.

Otra aplicación de la robótica en las granjas lecheras es la limpieza de las instalaciones, mini robots que limpian

automáticamente el pasillo de los cubículos, mejorando la higiene, la salud y el bienestar de las vacas, además de minimizar la huella de carbono al mejorar la recogida y almacenamiento del estiércol evitando emisiones de amoníaco. Encontramos dos tipos de robots limpiadores de estiércol: empujadores (que eliminan el estiércol a través de un suelo de rejilla), y recolectores (que recogen el estiércol y lo depositan en ubicaciones específicas).

Retos y oportunidades

Cuando abordamos los desafíos a lo que se enfrenta la tecnología PLF, es esencial distinguir entre las dos formas de abordarla. Debemos diferenciar entre la tecnología que ha sido desarrollada e implementada específicamente para su aplicación en las explotaciones lecheras o si, por el contrario, estamos adaptando tecnología desarrollada para otros sectores, lo que requerirá de una validación a nivel de campo.

Uno de los retos más importantes que tiene por delante la implantación de la tecnología PLF es la falta de confianza del ganadero en su eficacia. Una crítica constante hacia las empresas tecnológicas radica en la presencia de tecnología en el mercado no madura, es decir, que no ha sido probada a nivel de campo o no cuenta con pruebas suficientes de su eficacia. Muchos ganaderos sienten que están siendo utilizados para validar productos que se encuentran en una fase inicial de desarrollo, por lo que existe el temor de encontrarse con pérdidas productivas importantes ante cualquier error. Las tecnologías deben validarse a nivel de campo, no solo en entornos de laboratorio, para asegurar su eficacia a la práctica.

La revisión de Stygar et al. (2023) nos confirma esta falta de validación. El objetivo de esta revisión fue identificar tecnologías validadas y disponibles comercialmente para vacuno lechero. De las 129 tecnologías que se identificaron en esta revisión, únicamente 18 sensores comerciales, un 14% cuentan con ensayos de validación externa, lo que puede afectar la confianza en estas tecnologías. Los acelerómetros fueron los sensores más validados (el 30% de los acelerómetros disponibles en el mercado tienen registros de validación), mientras que los sensores menos validados fueron las cámaras (10%), las células de carga (8%), sensores de leche (8%) y bolos ruminales (7%).

Interesante mencionar los motivos que Stygar et al. (2023) identifican como causas por las que la tecnología PLF que encontramos en el mercado no se encuentra validada: (1) información insuficiente sobre el diseño de los estudios de validación que existen, (2) bajo interés científico en validar tecnología que no tiene un objetivo para la investigación, (3) alto coste de los estudios de validación, (4) reticencia a publicar resultados negativos.

Además de tecnología validada mediante investigaciones independientes que analicen su eficacia, necesitamos tecnología más accesible, asequible y rentable. Es importante tener en cuenta que la inversión en tecnología, aunque proporciona acceso a más datos, no garantiza automáticamente mejoras en la gestión o eficiencia productiva. La tecnología es fundamental para mejorar la recopilación de datos, pero su gestión efectiva es clave para garantizar mejoras reales en la producción. Es necesita proporcionar más información al ganadero, con el objetivo de mejorar la utilización de los datos proporcionados por los sensores en la toma decisiones y de esta forma conseguir mejoras en los rendimientos de las granjas.

Otro reto para la tecnología PLF, es la necesidad de seleccionar aquellos datos realmente necesarios e importantes, hay que diseñar la tecnología para proporcionar beneficios reales a los ganaderos y evitar la recopilación innecesaria de información.

Por otro lado, para obtener información precisa y consistente que nos ayude en la toma de decisiones, necesitamos conseguir la apertura, integración e intercambio de los datos de múltiples sensores y diferentes proveedores.

El futuro de la Ganadería de Precisión pasa por contribuir de una forma significativa en los objetivos de la estrategia "de la granja a la mesa", orientada hacia un sistema alimentario justo, saludable y respetuoso con el medio ambiente. La implantación de la tecnología PLF en nuestras granjas tiene que promover un sector lechero más sostenible, asegurando alimento asequible, reduciendo los residuos y mejorando el bienestar animal.

Bibliografía

Barker, Z.E., Vázquez Diosdado, J.A., Codling, E.A., Bell, N.J., Hodges, H.R., Croft, D.P., & Amory, J.R. (2018). Use of novel sensors combining local positioning and acceleration to measure feeding behavior differences associated with lameness in dairy cattle. Journal of dairy science, 101 7, 6310-6321. https://doi.org/10.3168/jds.2016-12172

Bewley, J.M. 2010. Precision dairy farming: advanced analysis solutions for future profitability. Proceedings of the first North American Conference on Precision Dairy Management, Toronto, Canada.

Berckmans, D. 2017. General introduction to precision livestock farming, Animal Frontiers, Volume 7, Issue 1, January, Pages 6–11, https://doi.org/10.2527/af.2017.0102

Borchers, M.R.; Chang, Y.M.; Proudfoot, K.L. 2017. Machine-learning-based calving prediction from activity, lying, and ruminating behaviors in dairy cattle. J. Dairy Sci. 2017, 100, 5664–5674. https://doi.org/10.3168/jds.2016-11526

Chapinal, N., A.M. de Passillé, D.M. Weary, M.A.G. von Keyserlingk, J. Rushen. 2009. Using gait score, walking speed, and lying behavior to detect hoof lesions in dairy cows. J. Dairy Sci. 92:4365-4374. https://doi.org/10.3168/jds.2009-2115.

Dolecheck K. A., Silvia W. J., Heersche G. Jr., Chang Y. M., Ray D. L., Stone A. E. 2015. Behavioral and physiological changes around estrus events identified using multiple automated monitoring technologies. J. Dairy Sci. Volume 98, Issue 12, 8723 - 8731. http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-9645

Hogenboom, J. A., Pellegrino, L., Sandrucci, A., Rosi, V., & D'Incecco, P. 2019. Invited review: Hygienic quality, composition, and technological performance of raw milk obtained by robotic milking of cows. J. Dairy Science, 102(9), 7640-7654. https://doi.org/10.3168/jds.2018-16013.

Jensen, D.B., Hogeveen, H. & De Vries, A. 2016. Bayesian integration of sensor information and a multivariate dynamic linear model for prediction of dairy cow mastitis. J. Dairy Sci. 99 7344–7361. https://doi.org/10.3168/jds.2015-10060

John AJ, Clark CEF, Freeman MJ, Kerrisk KL, Garcia SC, Halachmi I. Review: Milking robot utilization, a successful precision livestock farming evolution. animal. 2016;10(9):1484-1492. doi:10.1017/S1751731116000495

Johansson M, Lundh Å, de Vries R, Sjaunja KS. Composition and enzymatic activity in bulk milk from dairy farms with conventional or robotic milking systems. Journal of Dairy Research. 2017;84(2):154-158. doi:10.1017/S0022029917000140

Knight C.H. Review: Sensor techniques in ruminants: More than fitness trackers. Animal. 2020;14:S187–S195. doi: 10.1017/S1751731119003276

Mottram, T. 2016. Animal board invited review: precision livestock farming for dairy cows with a focus on oestrus detection. Animal, Volume 10, Issue 10, Pages 1575-1584, https://doi.org/10.1017/S1751731115002517.

Pastell, M.E., y Kjuala, M., 2007. A Probabilistic Neural Network Model for Lameness Detection. J. Dairy Sci. 90: 2283-2292. https://doi.org/10.3168/jds.2006-267

Proudfoot, K. L., J. M. Huzzey, and M. A. G. von Keyserlingk. 2009. Theeffect of dystocia on the dry matter intake and behavior of Holsteincows. J. Dairy Sci. 92:4937–4944. https://doi.org/10.3168/jds.2009-2135

Roelofs JB, van Eerdenburg FJ, Soede NM, Kemp B. 2005. Various behavioral signs of estrous and their relationship with time of ovulation in dairy cattle. Theriogenology. 63(5):1366-77. doi: 10.1016/j.theriogenology.2004.07.009.

Ruegg, P.L. 2017. A 100-Year Review: Mastitis detection, management, and prevention. J. Dairy Sci. 100, 10381–10397. https://doi.org/10.3168/jds.2017-13023

Rutten, C., A. Velthuis, W. Steeneveld, and H. Hogeveen. 2013. Invited review: Sensors to support health management on dairy farms. J. Dairy Sci 96. doi:10.3168/jds.2012-6107.

Stygar A.H., Gómez Y., Berteselli G.V., Dalla Costa E., Canali E., Niemi J.K., Llonch P. and Pastell M. 2021. A Systematic Review on Commercially Available and Validated Sensor Technologies for Welfare Assessment of Dairy Cattle. Front. Vet. Sci. 8:634338. doi: 10.3389/fvets.2021.634338

Viazzi, S., Bahr, C., Schlageter-Tello, A., van Hertem, T., Romanini, C.E., Pluk, A., Halachmi, I., Lokhorst, C., & Berckmans, D. 2013. Analysis of individual classification of lameness using automatic measurement of back posture in dairy cattle. Journal of dairy science, 96 1, 257-66. https://doi.org/10.3168/jds.2012-5806

GESTIÓN SOSTENIBLE DEL VACUNO DE CARNE EN DEHESAS: EMISIONES GEI Y CERTIFICACIÓN DIFERENCIADA

Profesor Doctor Miguel Escribano Sánchez

Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos

Facultad de Veterinaria. Universidad de Extremadura

Las explotaciones ganaderas de dehesas

Las explotaciones ganaderas constituyen un elemento clave para la conservación de los ecosistemas y para la fijación de la población rural, debido a su papel ambiental y socioeconómico (Bernués et al., 2011; Henkin et al., 2011; Kristjanson et al., 2007). En el área mediterránea, se caracterizan por su carácter extensivo y por la dependencia en el uso de los recursos del medio mediante el pastoreo por la ganadería. Estos sistemas de producción animal destacan por su diversidad y complejidad, existiendo un alto grado de interdependencia entre ecosistemas naturales y explotaciones agrarias.

Dentro de los sistemas ganaderos extensivos, la dehesa es el sistema agrosilvopastoral más representativo de Europa (Moreno y Pulido, 2009). Es común el uso simultaneo agrícola y ganadero de estas explotaciones que se caracterizan por el pastoreo del ganado en grandes superficies arboladas. Las dehesas destacan por su alto valor ambiental y socioeconómico (Escribano et al., 2001), donde la ganadería juega un papel esencial en su mantenimiento y conservación. La explotación ganadera en estos territorios se basa en el uso de razas autóctonas, donde la explotación conjunta del ganado vacuno, ovino y porcino ibérico es una práctica habitual que permite un uso más eficiente de los recursos de pastoreo que aportan las dehesas (Gaspar et al., 2009). La intervención humana ha sido crucial en el mantenimiento de estos espacios, ya que ha preservado el estrato arbóreo, evitando así la invasión de matorrales y aumentando la eficiencia del sistema (Coelho, 1994; Escribano y Pulido, 1998).

Sin embargo, sus condiciones agroclimáticas en combinación con la escasez e inestabilidad de sus recursos de pastoreo, la baja rentabilidad de sus granjas y el estrecho margen entre la subexplotación y la sobreexplotación de la dehesa, condicionan su modelo productivo. Estos sistemas suelen tener bajas tasas aprovisionamiento, ciclos productivos largos, bajo uso de insumos externos y una alta diversificación en sus producciones (cultivos, ganadería, madera, corcho, carbón, etc.). El nivel de “autogestión” o “autosuficiencia” es un aspecto fundamental para la sostenibilidad de los sistemas ganaderos basados en pastos ubicados en el área mediterránea (Ripoll-Bosch et al., 2013).

Como puede observarse en la Figura 1, las dehesas están influidas por factores externos que condicionan su modelo productivo que van desde las características de su clima, el medio biofísico, y el entorno rural. Aparte de las funciones comerciales que tiene estos sistemas, presentan externalidades medioambientales positivas como el secuestro de carbono, la calidad del suelo, la calidad de los pastos, la prevención de incendios forestales y su baja dependencia energética (José, 2009; Henkin et al., 2011; Dumont et al., 2013; Sanderson et al., 2013). Igualmente, desde un punto de vista social, contribuyen a estabilizar la población rural que asienta en estas zonas (De Rancourt et al., 2006; Manos et al., 2013).

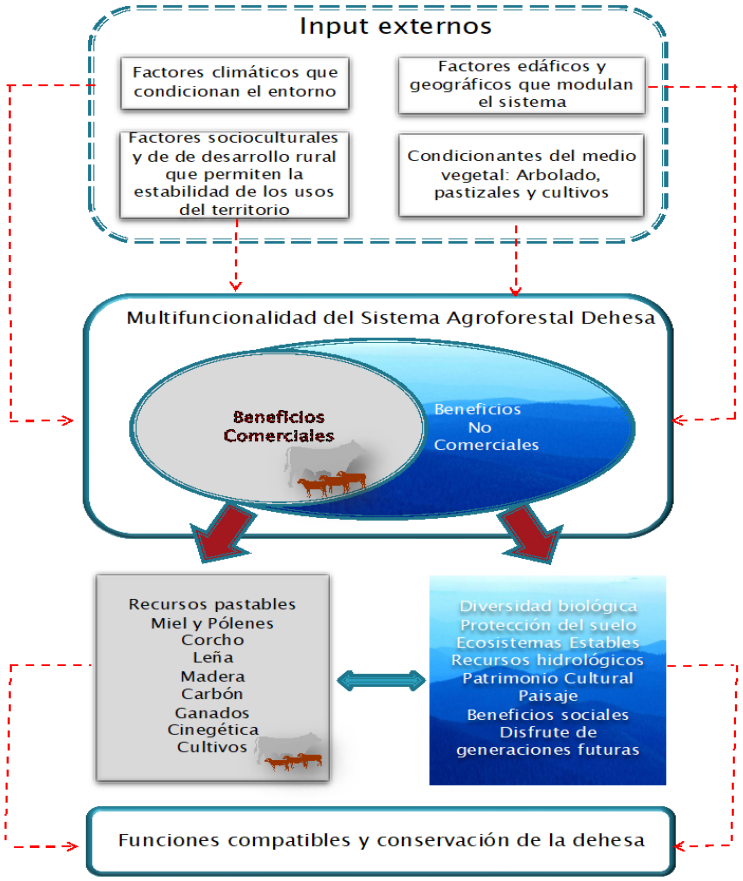


FIGURA 1. MULTIFUNCIONALIDAD DE LAS DEHESAS

A pesar de todos los aspectos señalados anteriormente y que definen la explotación ganadera en dehesas, se ha observado que las sucesivas reformas de la Política Agrícola Común (PAC) y los continuos cambios en el mercado han provocado una disminución de la rentabilidad de este tipo de explotaciones. Como resultado, se han producido cambios en los usos del suelo que han llevado a la intensificación de la producción, al abandono de las explotaciones y de usos tradicionales (Gaspar et al., 2008, 2009; Ripoll-Bosch et al., 2013; Bernués et al., 2011; Udo et al., 2011). La baja rentabilidad de las explotaciones de dehesa ha obligado a los productores a realizar cambios adaptativos en su modelo productivo (Gaspar et al., 2009), hecho que ha contribuido a un aumento de otros modelos productivos alternativos y más sostenibles.

Las emisiones de gases de efecto invernadero en las explotaciones en las explotaciones de vacuno de carne y su relación con una gestión sostenible.

En este contexto, uno de los desafíos a los que se enfrentará la sociedad en las próximas décadas es preservar sus recursos naturales y al mismo tiempo producir alimentos en cantidad suficiente para satisfacer la demanda de una población humana en crecimiento (Ibidhi et al., 2017). La creciente preocupación por el cambio climático y la significativa contribución de la producción de alimentos a la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) plantean la necesidad de buscar nuevos modelos productivos que permitan compensar o mitigar las emisiones GEI (Herrero et al., 2013).

Tal es así, que el cálculo de la huella de carbono (HC) de los productos se ha vuelto cada vez más popular. La HC proporciona una estimación del total de los GEI emitidos durante parte o toda la vida útil de un bien o servicio (BSI, 2011), expresados como equivalentes de dióxido de carbono (CO_2-eq). Este indicador, se utiliza para identificar y evaluar las cargas ambientales asociadas con un proceso, producto o sistema, y sus posibles compensaciones (Galli, 2015). Se utiliza cada vez más en la cadena de suministro de alimentos (Jones et al., 2014) y, permite el etiquetado en carbono, fomentando así decisiones de compra sostenibles por los consumidores.

Esta creciente alarma sobre los impactos ambientales y las diferentes características de los alimentos ha aumentado el interés de los consumidores en los modelos de producción más sostenibles y en otros atributos de carácter ambiental o social de los alimentos (Forsman-Hugg et al., 2008), provocando también una oleada de debates en los medios sobre el clima, el impacto de la producción ganadera y la comparación de la producción animal extensiva e intensiva. Así, la preocupación por reducir las emisiones de GEI para mitigar el cambio climático ha impulsado recientemente la evaluación de la huella de carbono en diferentes sistemas productivos (Luo et al., 2015).

Los impactos ambientales de la producción ganadera dependen en gran medida de los sistemas de explotación y de su orientación productiva, que pueden verse influenciados por el manejo empleado.

Según el informe de la FAO "La larga sombra del ganado", el sector ganadero es considerado uno de los principales responsables de algunos de los problemas ambientales a nivel local y global. El sector ganadero contribuye con el 12% de todas las emisiones de GEI inducidas por el hombre y el sector de los rumiantes es responsable del 80% de estas emisiones de GEI.

Entre los productos agroganaderos, la carne es la que tiene el mayor impacto ambiental. Esto se debe a la ineficiencia de los animales a la hora de convertir los forrajes y concentrados en carne (Röös et al., 2013). Hay muchos procesos que contribuyen a las principales emisiones de GEI durante la producción de carne: (1) producción de piensos, (2) fermentación entérica a partir de la digestión del pienso por parte de los animales (principalmente rumiantes), (3) manipulación del estiércol y (4) uso de energía. Estas emisiones pueden reducirse eficazmente mediante un manejo adecuado de las explotaciones.

Por lo tanto, el análisis de la huella de carbono en la producción ganadera identifica los procedimientos o técnicas de producción en los que se pueden reducir las emisiones y proporciona un mecanismo para determinar el manejo más eficiente.

Sin embargo, en la actualidad son pocos los estudios que existen sobre la huella de carbono en la ganadería y en los sistemas de explotación en extensivo.

La Tabla 1, muestra un resumen de los estudios que recogen el valor de la huella de carbono en diferentes sistemas de producción y unidades funcionales utilizadas (kg de carne, litro de leche producidos, etc.).

TABLA 1. LA HUELLA DE CARBONO EN DIFERENTES SISTEMAS PRODUCTIVOS Y UNIDADES FUNCIONALES

Tipo de Producto	Sistema	Huellla de Carbono	Unidad Funcional	Estudio
Carne de Cordero	Sistema basado en pastoreo	25.9	kg CO_2-eq/kg peso vivo	(Ripoll-Bosch et al., 2013)
	Mixto	24.0	"	"
	Sin pastoreo	19.5	"	"
	Pastoreo en Valles	10.85	"	(Jones et al., 2014)
	Pastoreo en Montaña	12.85	"	"
	Pastoreo en plantación forestal	17.86	"	"
	Sistema convencional	17.5	kg CO_2-eq/kg peso vivo	(Williams y Sandars, 2006)
	Sistema orgánico	10.1	"	"
	Pastoreo con rastrojeras	26.6	Kg CO_2-eq/kg canal	(Ibidhi et al., 2017)
	Pastoreo en cultivos	21.1	"	"

Leche	Semi extensivo con razas locales	3.8	Kg CO_2-eq/kg leche corregida grasa	(Batalla et al., 2015)
	Semi extensivo con razas locales	3.02	"	"
	Mixto	1.11	"	(Gollnow et al., 2014)
	Intensivo con razas locales	2.06	"	(Petersen et al., 2013)
	Extensivo con razas locales	2.18	"	"
	Sistema Extensivo en Nueva Zelanda	1	Kg CO_2-eq/leche corregida en energía	(Flysjo et al., 2011)
	Intensivo en Suecia	1.16	"	"
Carne de Vacuno	Extensivo	4.8-8.2	Kg CO_2-eq/kg peso vivo	(Ogino et al., 2016)
	Extensivo	10.6	"	"
	Sistema en pastoreo	14.0	"	"
	Sistema convencional	15.5	"	(Edwards et al., 2009)
Carne de Cerdo	Cebo pienso	6.70 – 8.70	Kg CO_2-eq/kg peso vivo	(Noya et al., 2016)
	Cebo pienso	5.46	Kg CO_2-eq/kg peso vivo.	(Dolman et al., 2012)
	Cebo pienso	3.34	Kg CO_2-eq/Kg canal	(González-García et al., 2015)
Carne de Pollo	Intensivo	2.6	kg CO_2-eq/kg canal	(Ibidhi et al., 2017)
	Sistema convencional	2.2	kg CO_2-eq/kg canal	(Wiedemann et al., 2017)
	Free range	1.8	kg CO_2-e/k carne	"

Los estudios existentes reflejan la variabilidad inherente a este indicador, ya que tanto la unidad funcional elegida, como los productos y subproductos finales obtenidos, condicionan los resultados.

El analizar con detalle el nivel de emisiones y su método de estimación en cada sistema, es especialmente relevante en los sistemas extensivos, debido a que los valores ambientales asociados a la producción ganadera pueden verse expresados de manera no adecuada o no son tenidos en cuenta otros factores como el secuestro de carbono.

El secuestro de carbono implica cambios en los niveles de carbono almacenado permanentemente en el suelo. Estos cambios ocurren en los suelos agrícolas como resultado de los residuos de cultivos, el pastoreo y el estiércol. Además, los diferentes usos de la tierra y algunas prácticas de manejo del ganado pueden afectar significativamente los niveles de carbono del suelo.

En este contexto, resulta de gran interés estudiar el papel de la HC en sistemas extensivos, analizando, los diferentes sistemas de producción de las dehesas y aportando los ajustes metodológicos necesarios para generar resultados comparables con otros sistemas ganaderos. y especies.

Cálculo del balance de las emisiones GEI y el secuestro de carbono en explotaciones de vacuno de carne.

Para calcular el balance de emisiones de GEI y obtener los resultados sobre el impacto ambiental de cada tipo de explotación, utilizamos el método de Análisis del Ciclo de Vida (ACV). El ACV es un método estándar aceptado internacionalmente para cuantificar eficientemente el impacto ambiental de un producto. Para realizar este análisis se fijarán los objetivos y alcance, se realizará el análisis de inventario y se evaluaránn los impactos. El inventario se realizó mediante encuestas en explotaciones ganaderas, identificando y cuantificando todos los insumos (consumo de recursos y materiales) y todos los productos. También se incluyó el análisis del secuestro de carbono, al igual que otros trabajos, como los de (Buratti et al., 2017) en explotaciones de vacuno en Italia, (Escribano et al., 2020) en granjas de ovejas lecheras en pastizales de secano, o (Stanley et al., 2018) en sistemas de acabado de bovino de carne en EE. UU.

El ACV se realizó siguiendo las normas UNE-EN-ISO 2006 (ISO, 2006a, 2006b) y las directrices del IPCC (IPCC, 2007, 2006, refinamiento 2019) para el cálculo de la huella de carbono. Dichas directrices se han adaptado a los inventarios de emisiones de GEI españoles como el MITECO (2022), así como a diversos factores de emisión (Bochu et al., 2013). Por otro lado, el potencial de calentamiento global (GWP) utilizado en este trabajo sigue el criterio del inventario nacional de gases de efecto invernadero en España. Las emisiones se expresan en equivalentes de CO_2 en un escenario de GWP de 100 años, siendo los valores de correspondencia del CH_4 y N_2O con el CO_2 de 25 y 298, respectivamente (IPCC, 2007).

En la figura 2, puede apreciarse el esquema metodológico del cálculo de la huella de carbono y el secuestro según el ACV.

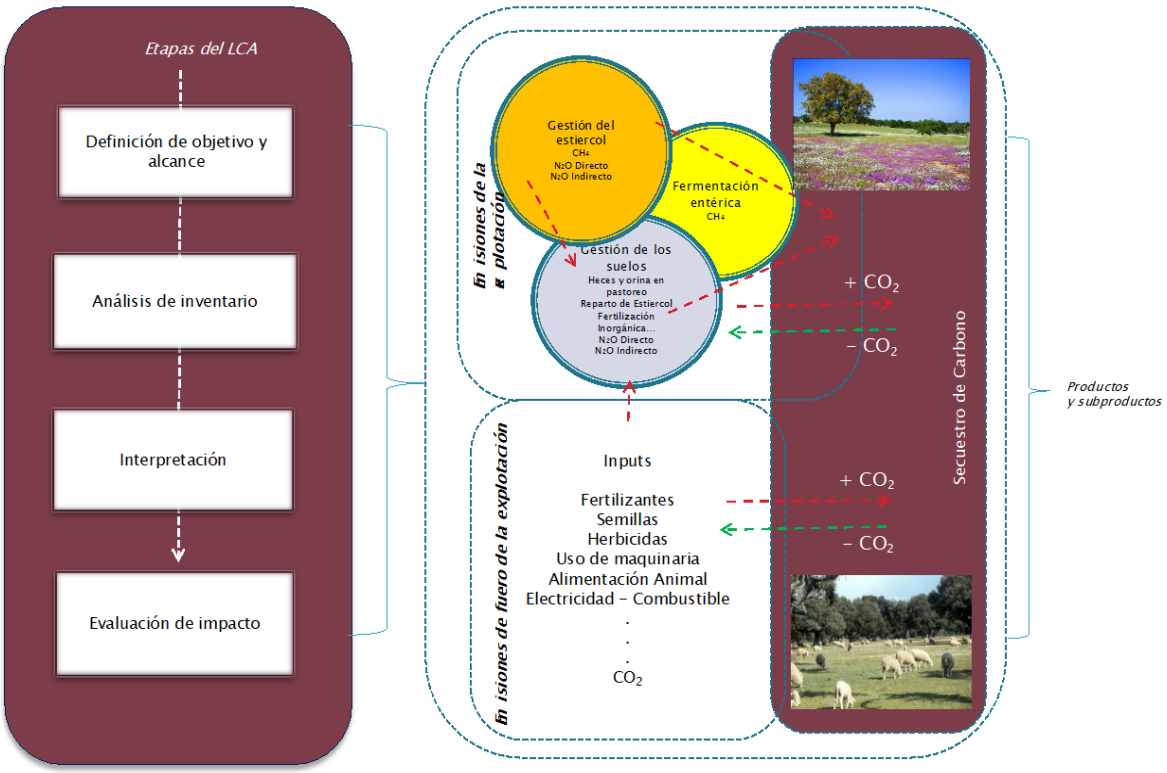


FIGURA 2. CÁLCULO DE LA HUELLA Y EL SECUESTRO DE CARBONO EN EL ACV

El alcance del estudio abarca todo el ciclo productivo de las explotaciones, y finaliza con la salida del animal de la

explotación. Los factores de emisión utilizados se adaptan tanto al área de estudio (MITECO, 2022) como al origen de las materias primas utilizadas (Bochu et al., 2013).

Dentro del método ACV, la unidad funcional proporciona una base de comparación entre diferentes explotaciones (Owsianiak et al., 2014). En este trabajo de investigación se utilizó como unidad funcional el Kg de producto y la ha de superficie.

El método de secuestro de carbono que se utilizó en los diferentes trabajos mide el balance de flujos netos de carbono en el sistema ganado-estiércol-pastoreo: Este método, fue propuesto inicialmente por Petersen et al. (2013), y adaptado a las características de los sistemas extensivos (Eldesouky et al., 2018). Generalmente, se utiliza un horizonte temporal de 100 años para determinar los niveles de carbono en el suelo. El secuestro de carbono en el suelo se lleva a cabo en las explotaciones ganaderas mediante el almacenamiento de carbono procedente de residuos de cultivos y pastizales, así como del estiércol esparcido y las deyecciones de heces y orina en el pastoreo de la ganadería. Se ha estimado que tan solo el 10% de todo el carbono depositado en el suelo será secuestrado en un horizonte temporal de 100 años (Petersen et al., 2013).

La Emisión y el secuestro de carbono en explotaciones de vacuno de carne y su gestión técnica.

La preocupación por el cambio climático se ha trasladado al mundo político, por ejemplo, en la Unión Europea (UE), donde la Comisión Europea se ha comprometido claramente con una formulación nueva y "más ecológica" de la Política Agrícola Común (PAC). Esto también se ha reforzado con las estrategias "De la granja a la mesa" y "Biodiversidad 2030", que fijan ciertos objetivos donde la producción orgánica juega un papel especial (Granado, 2020).

La Comisión Europea se ha fijado el objetivo de que el 25% de la superficie agrícola de la UE esté bajo producción ecológica de aquí a 2030, junto con una reducción de fertilizantes y pesticidas, y un aumento del 30% de la superficie europea con protección medioambiental. Todas estas propuestas han abierto un nuevo escenario para impulsar significativamente sistemas de producción menos intensivos y más sostenibles como la agricultura ecológica.

Los sistemas tradicionales de producción ganadera extensiva están estrechamente relacionados con los sistemas de producción orgánicos. En ambos la amplia base territorial de las explotaciones les permite una mayor la capacidad de secuestrar CO_2 frente a otros sistemas, a través del suelo, los pastos y el arbolado, representando así un menor impacto ambiental por unidad de superficie (Horrillo et al., 2020). Además, juegan un papel importante en la provisión y regulación de los principales servicios ecosistémicos (secuestro de carbono, preservación de la biodiversidad y los recursos hídricos) (Kay et al., 2019).

Sin embargo, la gran variedad de sistemas de manejo en las explotaciones ganaderas extensivas, tanto convencionales como ecológicos (combinación de varias especies de rumiantes, varios niveles de carga ganadera, cría de cerdos en sistemas extensivos junto con algunos rumiantes, etc.…) lleva a la hipótesis de que podrían existir diferencias significativas entre sus indicadores técnico-económicos, así como su HC.

Al analizar la literatura científica sobre la gestión de explotaciones ganaderas extensivas y el impacto ambiental de sus emisiones de GEI, se pueden encontrar numerosas referencias sobre la gestión técnico-económica de explotaciones ganaderas extensivas en dehesas (Gaspar et al., 2007), sistemas extensivos en el centro de la Península Ibérica (Milán et al., 2006) o la ganadería extensiva en Andalucía (Perea et al., 2007).

Asimismo, también existen estudios que hacen referencia a las emisiones de GEI en diferentes sistemas ganaderos, como los de Buratti et al. (2017) en Italia o Stanley et al. (2018) en el medio oeste de Estados Unidos. Sin embargo, la literatura sobre estos aspectos en explotaciones ganaderas ecológicas es considerablemente más escasa (Soussana et al., 2010).

En este sentido, cabe señalar que existen pocos estudios que vinculen la gestión de las explotaciones ganaderas y su efecto en el nivel de emisiones de GEI. En este contexto, es preciso analizar la gestión técnico-económica y evaluar el nivel de emisiones de GEI de explotaciones ganaderas.

El precio del carbono en diferentes escenarios

Los acuerdos como el de Paris (UNFCCC, 2019), o la Conferencia sobre el Cambio Climático de Madrid (COP25), ponen de manifiesto la necesidad de establecer avances en la economía con el objetivo de lograr el desarrollo sostenible y la reducción a cero de las emisiones netas de CO_2 para el año 2050.

La ganadería ocupa el 83% del suelo dedicado a la producción de alimentos y genera el 60% de los gases con efecto invernadero provenientes de la agricultura a nivel mundial (Poore y Nemecek, 2018). De hecho, la metodología Análisis del Ciclo de Vida (ACV) calcula, que a nivel global dentro de la ganadería el porcentaje de GEI provenientes de la deforestación y la producción de pienso alcanza el 68%, atribuye un 27% a la fermentación entérica y al manejo del estiércol y únicamente un 5% al pastoreo (Leip et al., 2010). Particularmente, en España, prácticamente la mitad de las emisiones del sector agrícola son generadas por el uso de fertilizantes y la gestión del suelo, mientras que la otra mitad está provocada por la ganadería, por la fermentación entérica y la gestión de estiércoles.

Sin embargo, no todos los sistemas de producción animal emiten GEI con la misma intensidad. En este sentido, cuando analizamos estos sistemas en términos territoriales llegamos a la conclusión de que los sistemas extensivos presentan un menor impacto por unidad de superficie (Batalla et al., 2015; Eldesouky et al., 2018; Gutiérrez-Peña et al., 2019; Stanley et al., 2018) frente a otros modelos más intensivos. A todo ello se suma la capacidad que tienen estos sistemas de explotación de secuestrar CO_2 en suelo, pastos y arbolado.

En este contexto, se estima que los pastizales contienen 343 mil millones de toneladas de carbono a nivel mundial, casi un 50% más de lo que se almacena en los bosques en todo el mundo (FAO, 2017). La producción animal extensiva, con el pastoreo de la ganadería en amplias superficies de terreno, parece a priori un modelo de producción más sostenible y que pudiera generar un mayor valor añadido tanto en términos económicos como medioambientales frente a otros sistemas más intensivos con importantes inputs e impactos medioambientales (Eldesouky et al., 2018). En este sentido, medir el impacto de las actividades agrícolas y ganaderas constituye un objetivo importante que pude llevarse a cabo mediante el ACV de estos sistemas, el cálculo de su huella de huella de carbono (CF) y la estimación del secuestro de carbono en las explotaciones ganaderas (Buratti et al., 2017; Eldesouky et al., 2018; Stanley et al., 2018; Vagnoni y Franca, 2018).

De manera paralela, los instrumentos económicos y financieros pueden constituir una herramienta válida para reducir emisiones de CO_2, minimizar los impactos ambientales y compensar esta externalidad en las explotaciones ambientalmente más eficientes. Entre ellos, los mercados de carbono proponen fijar un precio de las emisiones de CO_2, promovido en numerosos países, como es el caso del Comercio Europeo de Derechos de Emisión (RCDE UE). El RCDE UE funciona según el principio de "limitación y comercio" y ha señalado que establecer un precio a las emisiones de carbono puede ser una herramienta importante en la lucha contra el cambio climático y la reducción de la contaminación (Bakhtyar et al., 2017; European Commission, 2018). En cuanto a los posibles planteamientos, una de las propuestas que más impacto ha tenido es la consideración de la política de que paga quien contamina ampliando en el posterior desarrollo con el Teorema de Coase (Coase, 1960), para poder lograr una internalización de las externalidades generadas. Además, en estos modelos son en los que se basan la normativa europea para regularlos (UE, 2004).

Sin embargo, el problema reside en la valoración o asignación de este precio al CO_2-eq sobre las emisiones generadas por los diferentes agentes económicos.

Actualmente, existe un mercado europeo de derechos de contaminación de CO_2, creado en 2005, que se limita a las empresas de tipo eléctricas, cementeras, papeleras, etc. Este mercado arroja una cotización de un rango entre los 4 hasta los 30 €/Tn (IETA, 2019). En este contexto, diferentes trabajos han puesto de manifiesto las consecuencias de la implantación de un impuesto al CO_2-eq en el ámbito ganadero (Key y Tallard, 2012; Slade, 2018; Wirsenius et al., 2011), además de los efectos que conlleva sobre la renta per cápita de un país (Lin y Li, 2011) o los costes de abatimiento del CO_2-eq en la agricultura.

Conclusiones

Se llega a la conclusión que el análisis del ciclo de vida es una herramienta útil para medir los impactos ambientales en las explotaciones extensivas de vacuno de carne. La definición clara de los modelos ACV es esencial para una evaluación integral y detallada de la carga ambiental asociada con la producción animal, especialmente cuando los resultados de los estudios de ACV se utilizan para definir políticas y como herramienta de apoyo a la toma de decisiones.

Actualmente, la comparación de la HC entre diferentes sistemas de producción es difícil, en gran parte debido a las diferentes unidades funcionales y metodologías utilizadas. Pese a ello, se ha encontrado una relación clara e inversa entre la intensificación y la HC por unidad de producto. Esto se debe a la mayor eficiencia de los sistemas de producción intensivos, lo que implica que cada unidad producida requiere menos insumos que su equivalente en una explotación extensiva. Sin

embargo, las explotaciones extensivas suelen tener un componente territorial. (hectáreas de terreno agrícola, con pastos, árboles…) que pueden ayudar a compensar las emisiones de CO_2, debido al secuestro de carbono.

Cuando se vincula la estructura técnica y económica de las explotaciones con el nivel de emisiones de GEI, se aprecia que las más extensivas presentan un menor nivel de emisiones por hectárea y un mayor nivel de secuestro de carbono. En este contexto, la huella de carbono compensada, incluido el secuestro de carbono, implica una mayor reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en las explotaciones de vacuno más vinculados al territorio. La integración del secuestro de carbono en el ACV de las explotaciones extensivas reduce significativamente sus emisiones netas. Esto, se traduce en un menor impacto ambiental y permite a estas explotaciones adaptarse más fácilmente ante un escenario de cambio climático.

Así, la identificación de prácticas ganaderas que permitan a las explotaciones adaptarse a posibles escenarios de cambio climático puede ser relevante a la hora de asesorar a los ganaderos sobre los modelos de gestión más sostenibles y con menor impacto ambiental. El sector ganadero puede desempeñar un papel clave en la mitigación del cambio climático mediante la adopción de tecnologías mejoradas y un uso adecuado del suelo.

Referencias bibliográficas

Bakhtyar, B., Fudholi, A., Hassan, K., Azam, M., Lim, C.H., Chan, N.W., Sopian, K., 2017. Review of CO2 price in Europe using feed-in tariff rates. Renew. Sustain. Energy Rev. 69, 685–691. https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.146

Batalla, I., Knudsen, M.T., Mogensen, L., Hierro, O., Del Pinto, M., Hermansen, J.E., 2015. Carbon footprint of milk from sheep farming systems in Northern Spain including soil carbon sequestration in grasslands. J. Clean. Prod. 104, 121–129. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.043

Bernués, A., Ruiz, R., Olaizola, A., Villalba, D., Casasús, I., 2011. Sustainability of pasture-based livestock farming systems in the European Mediterranean context: Synergies and trade-offs. Livest. Sci. 139, 44–57. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.03.018

Bochu, J.-L., Metayer, N., Bordet, C., Gimaret, M., 2013. Development of Carbon Calculator to promote low carbon farming practices – Methodological guidelines (methods and formula). In Deliverable to EC-JRC-IES by Solagro. Joint Research Centre-IES, Ispra, Italy.

BSI., 2011. BSI Standards Report to the Department of Business, Innovation and Skills. Retrieved from https://www.bsigroup.com/Documents/about-bsi/BSI-Standards-year-end-2011-2012-web.pdf

Buratti, C., Fantozzi, F., Barbanera, M., Lascaro, E., Chiorri, M., Cecchini, L., 2017. Carbon footprint of conventional and organic beef production systems: An Italian case study. Sci. Total Environ. 576, 129–137. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.075

Coase, R.H., 1960. The Problem of Social Cost. Class. Pap. Nat. Resour. Econ. III, 87–137. https://doi.org/10.1057/9780230523210_6

Coelho, I.S., 1994. Economía do montado. Análise económica de tres montados de sobro alentejanos. Silva Lusit. 2 (2), 133–141.

De Rancourt, M., Fois, N., Lavín, M.P., Tchakérian, E., Vallerand, F., 2006. Mediterranean sheep and goats production: an uncertain future. Small Rumin. Res. 62, 167–179. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.08.012

Dolman, M. A., Vrolijk, H. C. J., & de Boer, I. J. M., 2012. Exploring variation in economic, environmental and societal performance among Dutch fattening pig farms. Livestock Science, 149(1–2), 143–154. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.07.008

Dumont, B., Fortun-Lamothe, L., Jouven, M., Thomas, M., Tichit, M., 2013. Prospects from agroecology and industrial ecology for animal production in the 21st century. Animal 7, 1028–1043.

Edwards-Jones, G., Plassmann, K., & Harris, I. M., 2009. Carbon footprinting of lamb and beef production systems: Insights from an empirical analysis of farms in Wales, UK. Journal of Agricultural Science, 147(6), 707–719. https://doi.org/10.1017/S0021859609990165

Edwards, D., Søndergaard, F., Marzano, M., Mason, B., Pizzirani, S., Schelhaas, M.J., 2011. A theoretical framework to assess the impacts of forestmanagement on the recreational value of European forests. Ecol. Indic. 11, 81–89. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2009.06.006

Eldesouky, A., Mesias, F.J., Elghannam, A., Escribano, M., 2018. Can extensification compensate livestock greenhouse gas emissions? A study of the carbon footprint in Spanish agroforestry systems. J. Clean. Prod. 200, 28–38. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.279

Escribano, M., Elghannam, A., Mesias, F.J., 2020. Dairy sheep farms in semi-arid rangelands: A carbon footprint dilemma between intensification and land-based grazing. Land use policy 95, 104600. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104600

Escribano, M., Pulido, F., 1998. La dehesa en Extremadura. Estructura económica y recursos naturales. Colección Monografías. Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Junta de Extremadura, Badajoz, España, p. 145.

Escribano, M., Rodríguez de Ledesma, A., Mesías, F.J., Pulido, F., 2001. Tipología de sistemas adehesados. Arch. Zootec. 50, 411–414.

European Commission, 2018. The UE Emissions Erading System (EU ETS) [WWW Document]. URL https://ec.europa.eu/clima/policies/ets_es (accessed 12.15.19).

FAO, 2017. Livestock solutions for climate change. Fao 8. https://doi.org/10.1109/CAMAP.2005.1574227

Flysjö, A., Henriksson, M., Cederberg, C., Ledgard, S., & Englund, J. E., 2011. The impact of various parameters on the carbon footprint of milk production in New Zealand and Sweden. Agricultural Systems, 104(6), 459–469. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2011.03.003

Forsman-Hugg, S., Katajajuuri, J.-M., Pesonen, I., Paananen, J., Makela, J., & Timonen, P., 2008. Building the content of CSR in the food chain with a stakeholder dialogue. In 12th Congress of the European Association of Agricultural Economists – EAAE 2008 (pp. 1–7).

Galli, A., 2015. On the rationale and policy usefulness of ecological footprint accounting: The case of Morocco. Environmental Science and Policy, 48, 210–224. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.01.008

Gaspar, P., Escribano, M., Mesías, F.J., Rodriguez De Ledesma, A., Pulido, F., 2008. Sheep farms in the Spanish rangelands (dehesas): Typologies according to livestock management and economic indicators. Small Rumin. Res. 74, 52–63. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2007.03.013

Gaspar, P., Mesías, F.J., Escribano, M., Pulido, F., 2009. Sustainability in Spanish extensive farms (Dehesas): an economic and management indicator-based evaluation. Rangel. Ecol. Manag. 62, 153–162. https://doi.org/10.2111/07-135.1

Gaspar, P., Mesías, F.J., Escribano, M., Rodriguez de Ledesma, A., Pulido, F., 2007. Economic and management characterization of dehesa farms: implications for their sustainability. Agrofor. Syst. 71, 151–162. https://doi.org/10.1007/s10457-007-9081-6

Gollnow, S., Lundie, S., Moore, A. D., McLaren, J., van Buuren, N., Stahle, P., Rehl, T., 2014. Carbon footprint of milk production from dairy cows in Australia. International Dairy Journal, 37(1), 31–38. https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2014.02.005

González-García, S., Belo, S., Dias, A. C., Rodrigues, J. V., Costa, R. R. Da, Ferreira, A., Arroja, L., 2015. Life cycle assessment of pigmeat production: Portuguese case study and proposal of improvement options. Journal of Cleaner Production, 100, 126–139. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.03.048

Granado, D., 2020. Green Deal. Valor Ecológico. La Rev. del Sect. ecológico 79, 6–7.

Gutiérrez-Peña, R., Mena, Y., Batalla, I., Mancilla-Leytón, J.M., 2019. Carbon footprint of dairy goat production systems: A comparison of three contrasting grazing levels in the Sierra de Grazalema Natural Park (Southern Spain). J. Environ. Manage. 232, 993–998. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.12.005

Henkin, Z., Ungar, E.D., Dvash, L., Perevolotsky, A., Yehuda, Y., Sternberg, M., Voet, H., Landau, S.Y., 2011. Effects of cattle grazing on herbage quality in a herbaceous Mediterranean rangeland. Grass Forage Sci. 66, 516–525. https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2011.00808.x

Herrero, M., Grace, D., Njuki, J., Johnson, N., Enahoro, D., Silvestri, S., Rufino, M.C., 2013. The roles of livestock in developing countries. animal 7, 3–18. https://doi.org/10.1017/S1751731112001954

Horrillo, A., Gaspar, P., Escribano, M., 2020. Organic Farming as a Strategy to Reduce Carbon Footprint in Dehesa Agroecosystems: A Case Study Comparing Different Livestock Products. Animals 10, 162. https://doi.org/10.3390/ani10010162

Ibidhi, R., Hoekstra, A. Y., Gerbens-Leenes, P.W., & Chouchane, H., 2017. Water, land and carbon footprints of sheep and chicken meat produced in Tunisia under different farming systems. Ecological Indicators, 77, 304–313. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.02.022

IETA, 2019. GHG Market Sentiment Survey 2019 Key findings from this year ' s survey : 1–16.

IPCC, 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston, H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K. (eds). IGES, Japan.

IPCC, 2007. Mitigación del Cambio Climático: Contribución del Grupo de trabajo III al cuarto informe de evaluación del IPCC (Vol. 4). Cambridge University Press, Ginebra, Suiza.

ISO, 2006a. International Standard 14040:2006, in: Environmental Management - Life Cycle Assessement - Requirements and Guidelines, ISO 14040, International Organization for Standardization. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Boschstr., Geneva, Switzerland.

ISO, 2006b. International Standard 14044:2006, in: Environmental Management - Life Cycle Assessement - Requirements and Guidelines, ISO 14044, International Organization for Standardization. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Boschstr., Geneva, Switzerland.

Jose, S., 2009. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an. overview. Agrofor. Syst. 34, 27–31. https://doi.org/10.1007/s10457-009-9229-7

Kay, S., Graves, A., Palma, J.H.N., Moreno, G., Roces-Díaz, J. V., Aviron, S., Chouvardas, D., Crous-Duran, J., Ferreiro-Domínguez, N., García de Jalón, S., Măcicăşan, V., Mosquera-Losada, M.R., Pantera, A., Santiago-Freijanes, J.J., Szerencsits, E., Torralba, M., Burgess, P.J., Herzog, F., 2019. Agroforestry is paying off – Economic evaluation of ecosystem services in European landscapes with and without agroforestry systems. Ecosyst. Serv. 36, 100896. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.100896

Key, N., Tallard, G., 2012. Mitigating methane emissions from livestock: A global analysis of sectoral policies. Clim. Change 112, 387–414. https://doi.org/10.1007/s10584-011-0206-6

Kristjanson, P., Krishna, A., Radeny, M., Kuan, J., Quilca, G., Sanchez-Urrelo, A., Leon- Velarde, C., 2007. Poverty dynamics and the role of livestock in the Peruvian Andes. Agric. Syst. 94, 294–308. http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2006.09.009

Leip, A., Weiss, F., Wassenaar, T., Perez, I., Fellmann, T., Loudjani, P., Tubiello, F., Grandgirard, D., Monni, S., Biala, K., 2010. Evaluation of the livestock sector's contribution to the EU greenhouse gas emissions (GGELS) – final report. European Commission, Joint Research Centre.

Lin, B., Li, X., 2011. The effect of carbon tax on per capita CO_2 emissions. Energy Policy 39, 5137–5146. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.05.050

Luo, T., Yue, Q., Yan, M., Cheng, K., & Pan, G., 2015. Carbon footprint of China's livestock system - A case study of farm survey in Sichuan province, China. Journal of Cleaner Production, 102, 136–143. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.077

Manos, B., Bournarisa, Th, Chatzinikolaoua, P., Berbelb, J., Nikolov, D., 2013. Effects of CAP policy on farm household behaviour and social sustainability. Land Use Policy 31, 166–181. http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2011.12.012

Milán, M.J., Bartolomé, J., Quintanilla, R., García-Cachán, M.D., Espejo, M., Herráiz, P.L., García-Cachán, M.D., Herráiz, P.L., Sánchez-Recio, J.M., Piedrafita, J., 2006. Structural characterisation and typology of beef cattle farms of Spanish wooded rangelands (dehesas). Livest. Sci. 99, 197–209. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2005.06.012

MITECO, 2022. Informe de inventario nacional gases de efecto invernadero. Ministerio para la Transición Ecológica - Gobierno de España. Centro de Publicaciones, Madrid.

Moreno, G., Pulido, F.J., 2009. The functioning, management and persistence of Dehesas. In: Rigueiro-Rodríguez, A., McAdam, J., Mosquera-Losada, M. (Eds.), Agroforestry in Europe: Current Status and Future Prospects. Springer Science +. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4020-8272-6_7

Noya, I., Aldea, X., Gasol, C. M., González-García, S., Amores, M. J., Colón, J., Boschmonart-Rives, J., 2016. Carbon and water footprint

of pork supply chain in Catalonia: From feed to final products. Journal of Environmental Management, 171, 133–143. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.01.039

Ogino, A., Sommart, K., Subepang, S., Mitsumori, M., Hayashi, K., Yamashita, T., & Tanaka, Y., 2016. Environmental impacts of extensive and intensive beef production systems in Thailand evaluated by life cycle assessment. Journal of Cleaner Production, 112, 22–31. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.08.110

Owsianiak, M., Laurent, A., Bjørn, A., Hauschild, M.Z., 2014. IMPACT 2002+, ReCiPe 2008 and ILCD's recommended practice for characterization modelling in life cycle impact assessment: a case study-based comparison. Int. J. Life Cycle Assess. 19, 1007–1021. https://doi.org/10.1007/s11367-014-0708-3

Perea, J., García, A., Acero, R., Valerio, D., Rodríguez, V., 2007. Characterisation of organic beef cattle farms in Andalusia. Arch. Zootec. 56, 517–521.

Petersen, B.M., Knudsen, M.T., Hermansen, J.E., Halberg, N., 2013. An approach to include soil carbon changes in life cycle assessments. J. Clean. Prod. 52, 217–224. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.03.007

Poore, J., Nemecek, T., 2018. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. Science (80-.). 360, 987–992. https://doi.org/10.1126/science.aaq0216

Ripoll-Bosch, R., de Boer, I.J.M., Bernués, A., Vellinga, T.V., 2013. Accounting for multi-functionality of sheep farming in the carbon footprint of lamb: A comparison of three contrasting Mediterranean systems. Agric. Syst. 116, 60–68. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2012.11.002

Röös, E., Sundberg, C., Tidåker, P., Strid, I., & Hansson, P. A., 2013. Can carbon footprint serve as an indicator of the environmental impact of meat production? Ecological Indicators, 24, 573–581. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.08.004

Sanderson, M.A., Archer, D., Hendrickson, J., Kronberg, S., Liebig, M., Nichols, K., Schmer, M., Tanaka, D., Aguilar, J., 2013. Diversification and ecosystem services for conservation agriculture: outcomes from pastures and integrated crop-livestock systems. Renew. Agric. Food Syst. 28, 129–144. http://dx.doi.org/10.2134/jeq2017.08.0306

Slade, P., 2018. The effects of pricing Canadian livestock emissions. Can. J. Agric. Econ. 66,305–329. https://doi.org/10.1111/cjag.12157

Soussana, J.F., Tallec, T., Blanfort, V., 2010. Mitigating the greenhouse gas balance of ruminant production systems through carbon sequestration in grasslands. Animal 4, 334–350. https://doi.org/10.1017/S1751731109990784

Stanley, P.L., Rowntree, J.E., Beede, D.K., DeLonge, M.S., Hamm, M.W., 2018. Impacts of soil carbon sequestration on life cycle greenhouse gas emissions in Midwestern USA beef finishing systems. Agric. Syst. 162, 249–258. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.02.003

Udo, H.M.J., Aklilu, H.A., Phong, L.T., Bosma, R.H., Budisatria, I.G.S., Patil, B.R., Samdup, T., Bebe, B.O., 2011. Impact of intensification of different types of livestock production in smallholder crop-livestock systems. Livest. Sci. 139, 22–29. http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2011.03.020

UE, 2004. Directiva (UE) 2004/35/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de21 de abril de 2004, sobre responsabilidad ambiental en relación con la prevención y reparación de daños medioambientales. D. Of. la Unión Eur. L 143, pp. 56–75.

UNFCCC, V., 2019. Adoption of the Paris agreement. I: proposal by the president (draft decision). In: Ash, C., Smith, J. (Eds.), Science. Geneva (Switzerland), p. 39, pp. 6–40. https://doi.org/10.1126/science.364.6435.39-f

Vagnoni, E., Franca, A., 2018. Transition among different production systems in a Sardinian dairy sheep farm: environmental implications. Small Rumin. Res. 159, 62–68. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.12.002

Wiedemann, S. G., McGahan, E. J., & Murphy, C. M., 2017. Resource use and environmental impacts from Australian chicken meat production. Journal of Cleaner Production, 140, 675–684. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.086

Williams, A. G., Audsley, E., & Sandars, D. L., 2006. Determining the environmental burdens and resource use in the production of agricultural and horticultural commodities. Main Report. Defra Research Project IS0205. Retrieved from

www.silsoe.cranfield.ac.uk

Wirsenius, S., Hedenus, F., Mohlin, K., 2011. Greenhouse gas taxes on animal food products: rationale, tax scheme and climate mitigation effects. Clim. Chang. 108,159–184. https://doi.org/10.1007/s10584-010-9971-x

GANADERÍA SOSTENIBLE, FUTURO SOSTENIBLE: CÓMO LA GANADERÍA PUEDE SER PARTE DE UNA SOLUCIÓN CLIMÁTICA

Por Frank Mitloehner, Ph.D.

Mientras la comunidad mundial trabaja activamente para evitar que las temperaturas suban más de 1,5 °C, la estimación de los gases de efecto invernadero (GEI) en función de cómo calientan el planeta -y no de su equivalente en CO2- proporciona información fundamental para desarrollar soluciones climáticas a corto y largo plazo.

La ganadería, y en particular el ganado vacuno, ha sido ampliamente señalada como uno de los principales emisores de metano (CH4) y uno de los principales motores del cambio climático. La producción ganadera ha ido creciendo para satisfacer la demanda mundial de alimentos. Sin embargo, el aumento de la demanda de la producción no se traduce necesariamente en el aumento proporcional de la producción de CH4. Esta presentación pretende evaluar los efectos reales de las emisiones de CH4 de la ganadería sobre la temperatura e iniciar un replanteamiento del CH4 asociado a la ganadería para aclarar antiguos malentendidos y desvelar el papel potencial de la ganadería en la lucha contra el cambio climático.

Analizaremos dos métricas climáticas, el Potencial de Calentamiento Global a 100 años estándar (GWP100) y el recientemente propuesto GWP*, desarrollado en la universidad de Oxford, que propone que el GWP* debería utilizarse en combinación con el GWP para ofrecer sugerencias estratégicas útiles en la lucha contra el cambio climático inducido por los SLCP (contaminantes climáticos de vida corta). Al mejorar continuamente la eficiencia de la producción y las prácticas de gestión, la ganadería puede ser una solución a corto plazo para luchar contra el calentamiento climático que la comunidad mundial puede aprovechar mientras desarrolla soluciones a largo plazo para combatir las emisiones de carbono de los combustibles fósiles.

Estudio de caso: El camino hacia la neutralidad climática de las explotaciones lecheras de California

En los últimos años, las explotaciones lecheras se han visto sometidas a presiones para reducir su impacto ambiental. Desde 1950, la industria láctea californiana ha avanzado a pasos agigantados en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por kilogramo de leche producida. Sin embargo, las emisiones totales de GEI se han mantenido prácticamente constantes en los últimos 15 años. La mayor parte de las emisiones de la producción lechera en las explotaciones se producen en forma de emisiones de metano (CH4) a través de la fermentación entérica, donde el CH4 se produce como subproducto de la digestión de los piensos, y de la gestión del estiércol. El metano es un gas de efecto invernadero potente, pero con una vida corta. Históricamente, el GWP100 se ha utilizado para describir el impacto de calentamiento de la emisión de GEI en un periodo de 100 años. Para caracterizar mejor el impacto del CH4 en el calentamiento atmosférico, se ha propuesto un sistema de cálculo relativamente nuevo denominado Estrella de Potencial de Calentamiento Global (GWP*) para tener en cuenta la producción y degradación de este gas de efecto invernadero de vida corta.

El caracterizar a los gases de efecto invernadero por cómo calientan nuestra atmósfera en lugar de por el número de emisiones producidas es una métrica mejor para conocer el verdadero impacto de las emisiones en el calentamiento atmosférico.

El objetivo de esta investigación es utilizar el GWP* para analizar el impacto de los posibles escenarios de emisiones de GEI de la industria lechera de California y el impacto de esos escenarios en el calentamiento atmosférico. El GWP* puede ayudar a determinar cuándo una industria o sector ha alcanzado la neutralidad climática o no ha contribuido al calentamiento anual.

Este documento también investiga cuánto es necesario reducir el CH4 y en qué momento el sector lechero puede alcanzar la neutralidad climática. Los escenarios son: el mantenimiento de la situación actual (Business as usual - BAU), una reducción del 40% de las emisiones de CH4 del estiércol (40 MAN) mediante la digestión anaerobia y tecnologías alternativas, y 40 MAN junto con una reducción del 10,6% de las emisiones de CH4 de la fermentación entérica mediante la utilización de 1/3 de las vacas alimentadas con el aditivo alimentario 3-nitrooxipropanol (40 MAN+EF). Con el GWP100 en 2030, los equivalentes de dióxido de carbono (CO2e) para los escenarios 40 MAN y 40 MAN + EF se redujeron un 18% y un 22% respectivamente en comparación con el BAU. En los tres escenarios, el impacto relativo de la industria en el calentamiento disminuyó con el tiempo debido al tamaño constante de los rebaños y a las emisiones anuales totales. Si se reducen enérgicamente las emisiones de CH4 en los escenarios 40 MAN y 40 MAN+EF, existe la posibilidad de que la industria lechera de California alcance la neutralidad climática en el año 2027.

En estos escenarios se elimina más CH4 de forma natural en la atmósfera del que se emite, lo que reduce las emisiones atmosféricas de la industria. Estos escenarios podrían ser adoptados por las centrales lecheras de otros estados y países para ayudar a la industria lechera mundial a alcanzar los objetivos climáticos mediante la reducción constante del CH4.

Población lechera histórica y emisiones de GEI

Las emisiones de metano representan aproximadamente el 75-80% de las emisiones de GEI de la industria lechera californiana desde la explotación hasta la salida, basándose en el GWP100. Con un número similar de vacas en lactación desde 2007, la industria se ha mantenido estable en 24-25 millones de toneladas métricas de CO2e anuales. El rebaño de California alcanzó su población máxima absoluta de vacas en lactación en 2009 con 1,84 millones de animales y ha mantenido niveles constantes con una población de rebaño en lactación de 1,75 millones de vacas desde aproximadamente 2007 hasta 2019. En los últimos años, la población del rebaño lechero se redujo a 1,72 millones de vacas debido a la migración de vacas a otros estados y a los problemas de recursos existentes en California.

Escenarios de emisiones de GEI

Comenzando con el escenario BAU, la industria continúa con sus avances medioambientales históricos al producir más leche (18,41 frente a 19,43 mil millones de kilogramos) con un menor número de vacas en 2019 en comparación con 2030 (1,73 frente a 1,64 millones), como se muestra en la Tabla 1. Esto se traduce en una disminución de las intensidades de emisión de GEI o emisiones de GEI por kg de leche (1,37 frente a 1,29 kg de CO2e por kg de leche). Sin embargo, no hay una diferencia pronunciada en las emisiones totales de GEI aportadas por la industria (24,41 frente a 24,65 MMT de CO2e) debido al aumento de la producción de leche por vaca sin que se produzca un cambio en las emisiones globales. Entre 2019 y 2030, el escenario 40 MAN reduce las emisiones de CH4 de la gestión del estiércol de la industria de 0,37 a 0,24 MMT de CH4 y el escenario 40 MAN+EF reduce el CH4 de la fermentación entérica de 0,30 a 0,27 MMT de CH4 mediante la implantación de 3-NOP. Aplicando los escenarios 40 MAN y 40 MAN+EF, las emisiones totales de GEI de la industria disminuyen en 2030 de 24,41 a 20,15 y 19,16 MMT de CO2e, respectivamente.

Independientemente del escenario estudiado, según el enfoque GWP*, el impacto de los GEI sobre el calentamiento disminuye con el tiempo debido a la constancia de las poblaciones de rebaños y de los factores de emisión. Sin embargo, aunque las emisiones de CH4 son constantes en el escenario BAU, las emisiones pendientes de fuentes indirectas y de N2O impiden alcanzar la neutralidad climática. Si se reducen enérgicamente las emisiones de CH4 en los escenarios 40 MAN y 40 MAN+EF, existe la posibilidad de que la industria lechera de California alcance la neutralidad climática en el año 2027. Para ese año, el sector tiene potencial para alcanzar una producción de leche climáticamente negativa, en la que los equivalentes de calentamiento se sitúen por debajo de cero y el sector compense las emisiones históricas.

Repercusiones de los escenarios propuestos sobre el calentamiento atmosférico

En el análisis de las emisiones de calentamiento acumuladas de los escenarios entre el 2019 y 2030, se ve una divergencia en el impacto sobre el calentamiento atmosférico entre los escenarios. Suponiendo que una tera tonelada de CO2 hace aumentar la temperatura atmosférica global en 1,8 °C, en el escenario del BAU la atmósfera experimentaría un aumento de 3,33×10-4 °C durante el resto de la década [15]. Asimismo, los escenarios 40 MAN y 40 MAN+EF provocarían un aumento del calentamiento de 1,21×10-4 y 7,71×10-5 °C, respectivamente. Aunque la neutralidad climática puede alcanzarse en estos escenarios, esta métrica sólo será de base anual a partir de 2027. La industria seguirá contribuyendo positivamente a las emisiones de GEI y al calentamiento desde el año 2019 hasta que se alcance la neutralidad climática, lo que provoca el calentamiento previsto cuando se mida a lo largo de toda la línea temporal de los escenarios. Una vez alcanzada la neutralidad climática, las reducciones de CH4 no son lo suficientemente grandes como para superar las emisiones históricas de la industria en forma de CO2 y N2O durante todo el periodo de los escenarios. Son necesarias reducciones adicionales de las emisiones de CH4 para seguir disminuyendo el impacto de la industria sobre el calentamiento en las próximas décadas. Se necesitan más técnicas de modelización utilizando el modelo FaIR u otro software de modelización climática para comprender los efectos de estos cambios en la métrica de las emisiones sobre la temperatura atmosférica mundial.

Hacia dónde se dirige la industria lechera

Los escenarios estudiados son los primeros que analizan cómo las políticas y la aplicación de estrategias de reducción del CH4 reducirán la contribución de la producción lechera de California al calentamiento atmosférico. El sector puede alcanzar la neutralidad climática en el año 2027 aplicando estrategias de gestión del estiércol mediante la creación de digestores anaeróbicos de estiércol y aditivos para piensos, El impacto de la industria sobre el calentamiento disminuirá con el tiempo, con poblaciones de rebaños constantes y reducciones agresivas de CH4 mediante la aplicación de tecnologías de gestión del estiércol e inhibidores de la fermentación entérica. Por no hablar de que el CH4 es un precursor de la formación de moléculas de ozono, que tienen efectos perjudiciales tanto para la salud humana como para el rendimiento de los cultivos. De este modo, las reducciones agresivas de CH4 en las explotaciones pueden tener múltiples beneficios para la producción agrícola, los ecosistemas y el planeta.

Alcanzar la neutralidad climática

La huella de GEI del sector lechero de California está muy sesgada hacia las emisiones de CH4 procedentes de fuentes entéricas y de la gestión del estiércol. Al reducir drásticamente las emisiones de CH4 y utilizar el GWP* para tener en cuenta el verdadero impacto de la industria en el calentamiento, el presente estudio demuestra que la industria lechera de California tiene el potencial de no contribuir al calentamiento anual adicional y de alcanzar la neutralidad climática antes del final de la década. Alcanzar la reducción del 40% de las emisiones de CH4 procedentes de la gestión del estiércol, establecida en el SB 1383, sería suficiente para ayudar al sector a lograr la neutralidad climática. El calentamiento negativo (o enfriamiento) del clima continuará hasta el año 2030 y ayuda a la industria a compensar las emisiones históricas. Será necesario seguir reduciendo las emisiones de CH4 para que los productos lecheros de California alcancen la neutralidad climática y compensen las contribuciones anuales de emisiones de CO2 y N2O. Para California y el sector lechero mundial, existe la oportunidad de lograr la neutralidad climática mediante una serie de políticas y programas tecnológicos dirigidos a crear un sector lechero compatible con el clima.

SOLUCIONES CLIMÁTICAS PARA LA GANADERÍA: POR QUÉ NECESITAMOS UN CONJUNTO DE SOLUCIONES PARA REDUCIR LOS GEI DEL SISTEMA ALIMENTARIO

Por Frank Mitloehner

Los dirigentes políticos, los trabajadores de la industria, los activistas y los académicos se reunieron recientemente en Dubái (Emiratos Árabes Unidos) con motivo de la conferencia anual de las Naciones Unidas sobre el cambio climático -la COP28-, un evento en el que se abanderaron grandes ideas sobre el clima y se afianzaron otras más modestas.

La cumbre de este año se centró en nuestro sistema alimentario, analizando detenidamente cómo podemos mejorar la huella climática de los alimentos que llegan a los platos de todo el mundo. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación publicó su último informe, Pathways Towards Lower Emissions – A Global Assessment of the Greenhouse Gas Emissions and Mitigation Options from Livestock Agrifood Systems (*Análisis mundial de las emisiones de gases de efecto invernadero y opciones de mitigación de los sistemas agroalimentarios ganaderos*).

La población mundial está creciendo rápidamente, sobre todo en África y otras regiones en desarrollo. En consecuencia, la demanda de alimentos crece a la par. De hecho, el informe afirma que podemos esperar un aumento del 20% en la demanda de alimentos de origen animal para 2050, lo que elevaría las emisiones de la producción ganadera de su nivel actual de 6 gigatoneladas (GT) de CO2eq a 9,1 GT CO2eq si no introducimos cambios en la forma de producir los alimentos.

Dado que nos estamos centrando en reducir las emisiones de metano con respecto al nivel actual, desde luego no pretendemos añadir un 50% más de metano procedente de la ganadería. No queremos que las emisiones sigan aumentando, como seguramente ocurrirá si seguimos actuando como hasta ahora, sobre todo cuando estamos asistiendo a un crecimiento en regiones donde los animales son menos eficientes que en Estados Unidos y otras naciones desarrolladas.

La buena noticia es que tenemos en el horizonte un conjunto de soluciones para cambiar de trayectoria. Podemos producir calorías nutritivas con menos medios y menores emisiones de gases de efecto invernadero. Los agricultores estadounidenses llevan décadas haciéndolo.

No existe una solución única que pueda reducir las emisiones lo suficiente como para disminuir drásticamente el impacto climático de la ganadería. El objetivo debe ser reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Tenemos herramientas para ello, y cada vez hay más.

Existen enormes oportunidades para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la ganadería en todo el mundo, y ese es el objetivo que debemos tener en mente: no cambiar las dietas y/o reducir los rebaños, sino reducir las emisiones.

Esa es la mentalidad que nos permitirá crear nuestro kit de herramientas.

Estudio de caso: California, pionera en la reducción del metano en el sector lechero

Resumen

La industria lechera californiana aporta el 45% de las emisiones antropogénicas de metano del Estado. En consonancia con la Ley 1383 del Senado, el sector está en vías de lograr una reducción del 40% de las emisiones de metano para 2030. Mediante una serie de incentivos, los productores lecheros californianos han continuado su trayectoria medioambiental adoptando digestores anaeróbicos, reduciendo el tamaño del rebaño, construyendo infraestructuras de gestión del estiércol y, finalmente, utilizando aditivos para piensos con el fin de crear un enfoque múltiple para alcanzar estos objetivos legislativos.

Emisiones de metano del sector lechero y ganadero de California

En el año 2013, las emisiones de metano de California ascendieron a 40 MMT de CO2e o alrededor del 9 por ciento de las emisiones totales de gases de efecto invernadero del estado en base a un período de 100 años (California Air Resources Board, 2022b). El sector lechero y otros sectores ganaderos representan el 55% de las emisiones de metano en California. Las aportaciones de la industria lechera supusieron el 80% (18 MMT de CO2e) de esas emisiones de metano y otros 4 MMT vinieron del ganado vacuno, predominantemente de carne (California Air Resources Board, 2022b).

La CARB (Junta de Recursos del Aire de California) sigue buscando una reducción total del 40% de todas las emisiones de metano procedentes de la ganadería, es decir, aproximadamente 9 MMT de CO2e anuales. Las emisiones de metano entérico representan unos 12 MMT de CO2e del total de los 22 MMT de CO2e de los sectores lechero y ganadero, pero sigue habiendo pocas soluciones rentables a disposición de los ganaderos. Para alcanzar el objetivo de reducir 9 MMT de CO2e, será necesario aplicar estrategias que permitan reducir las emisiones en las explotaciones. En un desglose proporcional, alrededor de 7,2 MMT de CO2e, es decir, el 80% de las 9 MMT de CO2e de reducción previstas, deberá proceder del sector lechero, mientras que el 20% restante (1,8 MMT de reducción de CO2e) provendrá del ganado vacuno y de otros sectores ganaderos.

Análisis de los avances del sector lechero hasta la fecha

El sector lechero californiano ha logrado avanzar hacia la reducción anual de 7,2 MMT de CO2e que persigue la CARB. La valoración de la CARB hace un resumen de las inversiones sustanciales en estrategias de gestión del estiércol hasta 2020, documenta las reducciones del tamaño de los rebaños de ganado en California entre 2012 y 2017, y proyecta el recorte de los rebaños de ganado hasta 2030. La CARB concluye que, mediante el desarrollo de digestores lácteos, el adelgazamiento del rebaño y la inclusión de pequeñas reducciones derivadas de proyectos alternativos de gestión del estiércol, el metano del ganado disminuirá en unos 4,6 MMT de CO2e para 2030. Se espera que prácticamente todas las reducciones identificadas en el análisis de la CARB se produzcan en la industria lechera del estado y no solo en la categoría general de ganadería. De hecho, el informe de Análisis de Progreso de la CARB parte de la base de que, mientras que el sector lechero del estado se contraerá, el sector ganadero y vacuno de California crecerá. El análisis de la CARB asume que la carga de reducir las emisiones de metano del sector lechero y ganadero recaerá casi por completo en el sector lechero de California. El análisis de la CARB sugiere que el sector lechero necesitará lograr reducciones de emisiones considerablemente mayores a las 9 MMT a partir de medidas adicionales para compensar el crecimiento de emisiones previsto en el sector del vacuno de carne de California.

Avances futuros en la reducción de emisiones - 2023-2030

En general, este documento coincide con la CARB en que las reducciones previstas se lograrán mediante la combinación de la aplicación continuada de proyectos de reducción de metano en la gestión del estiércol, así como la adopción a gran escala de estrategias de metano entérico y la reducción continuada del tamaño del rebaño lechero. Sin embargo, creemos que la CARB puede haber subestimado la disminución del rebaño lechero en California, y nuestra investigación muestra que hay aproximadamente el doble del número de digestores lácteos reconocidos por la CARB actualmente en funcionamiento y/o en desarrollo en California. Además, desde que la CARB completó su análisis, se han habilitado importantes fondos estatales y federales adicionales para programas de reducción del metano en las explotaciones lecheras que garantizarán investigaciones adicionales y permitirán la implantación de infraestructuras adicionales en las explotaciones. En las siguientes secciones se analizará cómo se conseguirán las reducciones previstas por la CARB en el sector lechero mediante una combinación de las siguientes medidas:

- La reducción del tamaño de la cabaña lechera y el aumento de la eficacia de la producción
- Seguir evitando el metano del estiércol
- Seguir capturando y utilizando el metano del estiércol
- Aplicación de estrategias entéricas

Conclusión

Se espera que el sector lechero de California logre una reducción del metano del 40% para el año 2030. Estas reducciones se lograrán mejor mediante la aplicación continuada del enfoque californiano actual basado en incentivos, que incluye la evitación de metano, la captura y utilización de metano, la aplicación de soluciones emergentes de fermentación entérica, junto con el aumento continuado de la eficiencia en la producción de leche, ya que el número de vacas lecheras en California sigue disminuyendo.

El actual programa de evitación de metano de California, el AMMP (*Programa Alternativo de Gestión del Estiércol*) del CDFA (*Departamento de Alimentación y Agricultura de California*), ofrece importantes oportunidades de reducción de metano, sobre todo para las explotaciones lecheras más pequeñas, donde las tecnologías de captura y utilización de metano son menos adecuadas. Es fundamental seguir financiando este programa, así como ampliarlo para incluir proyectos avanzados de gestión del estiércol, como la vermifiltración, que pueden aportar mejoras en la reducción del metano.

También es fundamental seguir implantando digestores lácteos en California. Los digestores lácteos representan la oportunidad más probada, eficiente y rentable de reducir significativamente las emisiones de metano de las explotaciones lecheras. La financiación continuada del DDRDP (*Programa de Investigación y Desarrollo de Digestores Lácteos*) del CDFA sigue siendo crucial, ya que es el programa climático más exitoso financiado por el Estado, logrando importantes reducciones de carbono de una manera altamente rentable.

Cada vez surgen más oportunidades de reducción de las emisiones entéricas y es probable que estén disponibles comercialmente a corto plazo. Varios aditivos para piensos interesantes están terminando las pruebas y están siendo aprobados para su uso comercial. A medida que estos productos estén disponibles, su aplicación generalizada en todo el sector lechero puede lograr reducciones adicionales significativas para alcanzar el objetivo del SB 1383. El desarrollo de un protocolo de cumplimiento de compensaciones aprobado por la CARB será una herramienta importante para cuantificar, verificar y ayudar a compensar los costes de estos productos.

MEDIDAS INNOVADORAS DE MANEJO PARA LA MEJORA DE LA SANIDAD EN EXPLOTACIONES EXTENSIVAS BOVINAS

PEDRO FERNÁNDEZ-LLARIO, Dr. en Veterinaria, Director de INGULADOS

ANEMBE, Córdoba 26/04/2024

Las explotaciones bovinas que se explotan en régimen extensivo reúnen unas características muy exclusivas. En primer lugar, se encuentran fuertemente condicionadas por las condiciones ambientales y son muy sensibles a los regímenes climáticos, que a su vez, condicionan la cantidad de alimento disponible.

Por otra parte, comparten ambiente con otro tipo de fauna que puede ser portadora de agentes infecciosos o parasitarios de gran importancia, tanto desde el punto de vista productivo como legal.

Para poder hacer que estas explotaciones sean rentables, estos animales deben ser seleccionados de forma constante ya que los diferentes planes sanitarios y nutricionales sólo pueden cubrir una parte de las amenazas y riesgos que existen en los ecosistemas abiertos en donde se desarrollan.

Así, los planes vacunales van adaptándose a la legislación (IBR) o a las patologías que van surgiendo y evolucionando. Un ejemplo lo tenemos en el EHE, una nueva enfermedad que entra con fuerza en el ultimo año en la práctica totalidad del España y que a raíz de los numerosos brotes, comienzan elaborarse vacunas con la idea de que estén disponibles en los próximos momentos de riesgo.

Sin embargo, en las explotaciones extensivas los riesgos son numerosos, cambiantes y muchas veces no están asociados a agentes infecciosos exclusivos del bovino. Esto es especialmente llamativo en las áreas mediterráneas con un fuerte componente cinegético. En estas zonas, existen una serie de procesos infecciosos y parasitarios que lejos de disminuir, son cada vez más numerosos y están empujando a la no viabilidad de muchas explotaciones.

Entre ellos, tenemos la tuberculosis bovina. Esta enfermedad no ha experimentado la misma evolución positiva que en las áreas no cinegéticas o las localizadas fuera del cuadrante suroccidental. Más aún, la prevalencia de los rebaños localizados en estas zonas no tiene una mejoría significativa varias décadas de campañas de saneamiento.

No obstante, sería injusto que resumiéramos la problemática sanitaria de estas explotaciones a un solo proceso. En los últimos años, por ejemplos, la evolución de los complejos respiratorios, con participación de más agentes infecciosos es un hecho. O aquellos que tienen en parásitos externos como garrapatas sus elementos de transmisión, como los distintos tipos de piroplasmosis, ponen en jaque la rentabilidad.

Ante esta situación, en INGULADOS iniciamos una línea de trabajo que se basara primeramente en:

-Valorar el estado inmunitario de diferentes rebaños en los diferentes momentos del año.

-Estudiar la patogenia de algunas de los agentes infecciosos que estaban actuando.

-Buscar elementos que ayudaran a paliar alguna de estas situaciones.

Fruto de estos años de trabajo pudimos confirmar que gran parte de los animales que componen los rebaños de bovino que están en extensivo tienen un déficit del correcto funcionamiento del sistema inmune, muchas veces motivado precisamente por el propio patógeno. Así, determinados agentes infecciosos intracelulares llevaban a cabo una sobreestimulación del algunas de las rutas proinflamatorias más importantes. Esta sobreexpresión daba lugar a una inmunosupresión.

La perdida del equilibrio entre la respuesta pro y antiinflamatoria daba lugar a otros procesos más reconocibles como son las anemias que se observan en algunos de estos animales.

Todo ello lo pudimos comprobar especialmente al trabajar con toros de lidia afectados de paratuberculosis. Sobreexpresión de rutas proinflamatorias, anemias, etc.

A partir de ese momento, y con vista a corregir alguno de esos desequilibrios, en INGULADOS nos centramos en el desarrollo productos inmunomoduladores que tuvieran un efecto corrector de las rutas que habían sido modificadas previamente por el patógeno.

Posteriormente, la elaboración de prototipos desarrollados bajo proyectos de investigación competitivos, y en colaboración con otros centros de investigación, confirmaron la validad del modelo in vivo.

En la actualidad, una parte de estos resultados son la base de nuevos productos.

MODULACIÓN DE LA MICROBIOTA MEDIANTE POSTBIÓTICOS PARA LA MEJORA DE PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y DE SALUD

Rosario Cerrato Horrillo, Dra. en Veterinaria, Directora de Innovación en INGULADOS

ANEMBE, Córdoba 26/04/2024

La **microbiota** se define como el conjunto de microorganismos que se localizan de forma normal en los tejidos sanos de los animales (piel, mucosas etc.) y que establecen con su hospedador una relación de simbiosis. Este tipo de asociación se produce en la naturaleza cuando dos o más organismos se benefician el uno del otro y, en este caso, la microbiota de los animales contribuye al mantenimiento de funciones de importancia vital para los mismos. La microbiota más ampliamente estudiada y que aporta mayores funciones para el organismo superior, es la microbiota intestinal y, en concreto, las poblaciones bacterianas que for- man parte de ella.

La función más conocida de la microbiota intestinal es la función metabólica. Por un lado, los microorganismos que componen la microbiota intestinal favorecen la digestión de los alimentos llevando a cabo los procesos de fermentación de los mismos, especialmente aquellos de difícil digestión y que se hacen mucho más patentes en rumiantes. El aumento en la digestibilidad de algunos nutrientes se debe, en muchos casos, al aumento en la actividad enzimática en el intestino por parte de amilasas, proteasas etc. Además, algunos de estos microorganismos participan en la síntesis de metabolitos como ácidos grasos de cadena corta (AGCC) y algunas vitaminas como la vitamina K y vi- aminas del complejo B como la B12 o la B8. En rumiantes es especialmente importante destacar la síntesis de proteína microbiana que tiene lugar en el rumen como parte de un complejo proceso de aprovechamiento del nitrógeno no proteico.

La microbiota intestinal, además, estabiliza la permeabilidad selectiva del epitelio intestinal, por un lado, contribuyendo a la absorción de nutrientes como vita- minas y minerales al permitir su paso a través de la membrana y, por otro, contribuyendo a su función de barrera que impide el paso de microorganismos patógenos y sus toxinas así como otras sustancias nocivas. Esta función se combina con la función de mantenimiento que ejerce la microbiota, debido a que favorece la producción de moco que a su vez ejerce como barrera al paso de agentes dañinos en el intestino.

Por último, la microbiota intestinal tiene una importante función de defensa debido al papel de estos microorganismos simbiontes en el desarrollo de la respuesta inmune. Tanto las células del sistema inmune innato como las del sistema inmune adquirido, se ven moduladas por la microbiota comensal del tracto intestinal mediante sistemas de comunicación que se basan en la secreción de microvesículas y ácidos grasos de cadena corta (AGCC). La microbiota intestinal modula la respuesta inmunitaria, contribuyendo a que esta sea más rápida y eficaz y también mantiene el equilibrio entre señales de inflamación y regulación.

Por todo ello, esta asociación simbiótica entre los microorganismos, fundamentalmente bacterianos, y el hospedador, es muy importante para el desarrollo correcto de todas las funciones de los aparatos y sistemas de los animales, para lo cual se considera primordial el mantenimiento de una microbiota sana y equilibrada en los organismos superiores. Una microbiota sana en los animales de producción se relaciona con un aumento en el rendimiento y la rentabilidad de los animales y con una disminución en los procesos que cursen con una mortalidad y morbilidad durante las fases críticas de la producción.

Entre los productos nutricionales que modulan la microbiota se encuentran los prebióticos, probioticos y simbióticos, conocidos desde hace años, y otros productos más novedosos que se denominan **postbióticos.**

Los «posbióticos» son productos o subproductos metabólicos bioactivos, secretados por bacterias vivas o liberados a

partir de la lisis de la membrana celular bacteriana, que pueden ser utilizados para mejorar la salud del hospedador (Aguilar-Toalá et al., 2018a; Wegh et al., 2019). A mediados del año 2021 se publicó un consenso científico internacional de la Asociación Científica Internacional de Probióticos y Prebióticos (ISAPP) que considera como posbiótico toda aquella preparación que incluya tanto los microorganismos inanimados como sus componentes siempre que aporten un beneficio sobre la salud del hospedador (Salminen et al., 2021a). La utilización de la palabra «inanimadas» en lugar de «inactivadas» haciendo referencia a las células microbianas, radica en que la utilización de microorganismos que no estén vivos no implica que estos hayan perdido su funcionalidad. Los posbióticos son factores solubles liberados durante la fermentación o la lisis bacteriana y pueden incluir metabolitos como enzimas, péptidos, proteínas, exopolisacáridos, ácidos orgánicos y lípidos (AGCC); y componentes estructurales, fundamentalmente de la pared celular bacteriana, como ácidos teicoico y lipoteicoico, peptidoglicano, proteínas de la capa superficial bacteriana y otros polisacáridos (Aguilar-Toalá et al., 2018a; Wegh et al., 2019).

Este conjunto de biomoléculas administradas por vía oral se absorbe en la mucosa intestinal confiriendo al individuo beneficios para la salud tanto a nivel local como sistémicos. Los mecanismos de acción de los posbióticos, reconocidos por la ISAPP son los siguientes:

- Modulación beneficiosa de la microbiota residente mediante competición directa por los sitios de adhesión y secretando moléculas con actividad antimicrobiana (bacteriocinas, ácido láctico…). Además, existen otros mecanismos indirectos como *quorum sensing* y *quorum quenching* de comunicación celular.

- Mejora de la función de la barrera intestinal mediante interacción con algunas proteínas y rutas de señalización, como se muestra en la figura 1, gracias a la producción de AGCC.

- Modulación de la respuesta inmunitaria local y sistémica a través de Receptores para el Reconocimiento de Patrones, como receptores tipo Toll y tipo NOD debido a la interacción de moléculas que actúan como ligandos, como se comentará más adelante

- Modulación de la respuesta metabólica sistémica a través de metabolitos o enzimas que se localizan en la superficie o en el interior de las células microbianas inactivadas. Una de las enzimas importantes es la BSH, encargada de hidrolizar los ácidos biliares, que participan en numerosos procesos metabólicos (metabolismo energético, de glucosa, lípidos y xenobióticos)

- Señalización sistémica mediante compuestos neuroactivos que actúan tanto en el sistema nervioso entérico como en el central con el potencial de modular el comportamiento y la función cognitiva. Esto incluye neurotransmisores como la serotonina, la dopamina, la acetilcolina y el GABA, y varios compuestos que pueden unirse a receptores expresados en el cerebro (indoles y ácidos biliares).

La composición final de un posbiótico depende en exclusiva de las cepas a partir de las cuales se desarrolla, puesto que la producción de todas estas moléculas es variable entre estas. Conceptualmente, la actividad de las moléculas efectoras podría conservarse mejor si se preserva la estructura celular de los postbióticos, por ejemplo, mediante una mayor avidez en las interacciones con los receptores inmunes o aumentando el tiempo de residencia de las moléculas activas dentro del huésped. La pared celular protege contra la rápida degradación por parte de las enzimas digestivas y el ataque inmunológico dentro del huésped.

El proceso de elaboración de un posbiótico consiste en la generación de los compuestos bioactivos en una matriz durante la fermentación microbiana bajo una serie de condiciones controladas que son específicas para cada microorganismo (Wegh et al., 2019). Tras este proceso se obtiene un producto final elaborado a partir de ingredientes bioactivos que puede denominarse fórmula o pienso funcional (Cicenia et al., 2014). Estos ingredientes funcionales consiguen mimetizar y optimizar los efectos de los probióticos sin la necesidad de administrar las bacterias vivas, lo que le confiere numerosas ventajas tecnológicas, como la vida útil y conservación del producto final y ventajas para los animales que consumen el producto.

INGULADOS dispone de una colección de Bacterias Ácido Lácticas (BAL-INGULADOS), aisladas de microbiota de animales sanos, caracterizadas genéticamente y seleccionadas por sus propiedades inmunomoduladoras y antimicrobianas. Dichas cepas están registradas para uso restringido en la Colección Española de Cultivos Tipo y reúnen los requisitos para ser incluidas en productos de alimentación según la Qualified Presumption of Safety (QPS) establecido por la European Food Safety Authority (EFSA) y a partir de ellas se ha desarrollado una gama de productos que aplicados a los animales junto con la alimentacion, mejoran los **parámetros relacionados con la salud y el bienestar animal.**

En INGULADOS hemos desarrollado un estudio innovador para el diseño y validación un posbiótico que **ayuda al control de las mastitis** en ganado ovino lechero. El diseño del estudio abarcó la caracterización de cepas bacterianas patógenas y beneficiosas, destacando y la selección de bacterias ácido-lácticas con propiedades antimicrobianas e inmunomoduladoras. Posteriormente se procedió a la formulación del posbiótico a partir de la fermentación de tres cepas bacterianas que fue administrado como un pienso complementario incluyendo subproductos del metabolismo bacteriano y células microbianas inanimadas. Durante el periodo de suplementación, se observó una reducción significativa del 16,77% en el recuento de células somáticas, indicando una mejora en la salud mamaria y la calidad de la leche. La presencia de la bacteria patógena *S. aureus* se eliminó por completo después de 60 días de administración, siendo esta una causa frecuente de mastitis subclínica que afecta a la producción lechera. Además, se destaca la capacidad del posbiótico para modular la microbiota intestinal, sugiriendo un enfoque integral y sostenible para el tratamiento y la prevención de las mastitis en la producción lechera. Estos resultados ofrecen perspectivas prometedoras hacia alternativas más eficaces y respetuosas con el medio ambiente en la gestión de la salud mamaria en la ganadería lechera.

ESTRATEGIAS DE MEJORA DE SOSTENIBILIDAD DE LAS GRANJAS BOVINAS

Lucia T. Diez-Cordoba[1], Roberto Jiménez[1], Matilde Moro[1*]

[1]ASOPROVAC (Asociación Nacional de Productores de Vacuno de Carne)

[*] matilde.moro@asoprovac.com

1. Introducción

En un contexto de cambio climático y creciente demanda de alimentos, la ganadería sostenible se ha convertido en una prioridad urgente. El sector viene trabajando en esta dirección desde hace años.

A nivel europeo, se han adoptado enfoques estructurados frente a la contribución de las emisiones de GEI y el secuestro de carbono, tales como los proyectos LIFE CARBON DAIRY y LIFE BEEF CARBON. Estos proyectos han evaluado la relación entre las prácticas agrícolas y las emisiones de GEI, así como el potencial de reducción de carbono en un 15%. La dimensión europea y el número de socios implicados en estos proyectos permitieron poner en marcha dinámicas variadas en cada país para reducir las emisiones de carbono.

El proyecto LIFE BEEF CARBON (2015-2021), identificó y difundió estrategias de mitigación y absorción de carbono en Francia, Irlanda, Italia y España. Esta iniciativa permitió sensibilizar al sector y armonizar el cálculo de la huella de carbono en 2000 granjas de vacuno de carne, así como poner en marcha 170 planes de acción voluntarios sobre reducción de huella de carbono.

Durante el mencionado proyecto se identificaron una serie de prácticas reconocidas internacionalmente[1] que permitían al sector reducir de media un 15% de las emisiones de carbono producidas en granja. Esto permitió analizar el potencial real de las granjas para lograr este objetivo, cuantificando la eficiencia de una serie de opciones recogidas en la literatura científica.

Además, el ejercicio previo de armonización de herramientas de cálculo de huella facilitó la comparación entre granjas de vacuno de diferentes países y diversos modelos europeos, permitiendo en el futuro intercambiar experiencias sobre experiencias de mitigación.

Problemas no resueltos

A pesar del éxito de estas iniciativas, se identificaron una serie de obstáculos para implicar a los agricultores y ganaderos y aplicar prácticas de mitigación:

Obstáculos a la puesta en marcha de proyectos colectivos de mejora de la sostenibilidad:

- A pesar de haber construido una metodología de evaluación de GEI armonizada, no existe un proceso estructurado de seguimiento, notificación y verificación para seguir los avances y certificar las reducciones de carbono.

  Existen frenos al cambio relacionados con los riesgos de la aplicación de nuevas prácticas bajas en carbono, la incertidumbre sobre los beneficios de la producción y la falta de información sobre las emisiones de gases de efecto invernadero, la incertidumbre sobre el rendimiento y/o los costes adicionales que los agricultores tienen que soportar.
- No se ha desarrollado ningún mecanismo de financiación para sufragar los costes de aplicación de las prácticas de mitigación y facilitar así la participación de los agricultores en la dinámica.
- En algunos casos, la única vía considerada por la administración para impulsar estas medidas es la legislativa lo cual supone un freno para las iniciativas individuales o colectivas privadas.

[1] D. O'Brien, J. Herron, J. Andurand, S. Caré, P. Martinez, L. Migliorati, M. Moro, G. Pirlo, J-B Dollé, LIFE BEEF CARBON: a common framework for quantifying grass and corn based beef farms' carbon footprints, Animal, Volume 14, Issue 4, 2020, Pages 834-845, ISSN 1751-7311, https://doi.org/10.1017/S1751731119002519.

LIFE CARBON FARMING para enfrentar los retos

LIFE CARBON FARMING es un nuevo proyecto que trata de avanzar en la estrategia iniciada con otros proyectos europeos y vencer las dificultades que se han ido presentando en ellos en ganadería bovina. La monitorización, registro y verificación de los denominados "proyectos de carbono", que son cada uno de los planes de acción que sigue cada granja, puede representar una nueva oportunidad para obtener incentivos económicos por el esfuerzo de reducción en seis países europeos y los sectores lácteos y de la carne de vacuno.

Por ello, y con el objetivo de hacer frente a algunas de las mencionadas barreras, el proyecto LIFE CARBON FARMING ha previsto una serie de soluciones:

1. Financiación climática

A diferencia de los sectores energético e industrial, la agricultura y la silvicultura no están cubiertas por el RCCDE. En los sectores difusos especialmente (agricultura), existe una fuerte necesidad de herramientas económicas para incentivar a las partes interesadas en la lucha contra el cambio climático. Por lo tanto, una forma de fomentar la reducción de emisiones en estos sectores es el desarrollo de proyectos de mitigación financiados por el mercado voluntario del carbono, subvenciones públicas (por ejemplo, la Política Agrícola Común) u otros mecanismos de compensación.

En 2016, los Estados miembros de la UE representaban menos del 1 % de la oferta mundial de compensaciones voluntarias de carbono en valor (todos los sectores). El contraste es sorprendente frente a la demanda, ya que los compradores europeos negociaron casi el 60 % del valor de los créditos de carbono en los mercados voluntarios en ese mismo año. Esta discrepancia se explica esencialmente por la ausencia de normas de carbono en la UE para certificar la reducción de emisiones. Además, las principales normas privadas hasta hace poco se han mostrado reticentes a certificar proyectos de reducción de emisiones en la en la UE por motivos políticos.

Esta falta de mecanismos nacionales de certificación del carbono llevó a varias partes interesadas a reclamar la aparición de normas locales o nacionales en la UE.

2. Seguimiento, notificación y verificación de la mitigación del cambio climático

Las soluciones de financiación descritas anteriormente dependen de la capacidad de los proyectos financiados para demostrar su supuesto impacto climático. La medición de los GEI es necesaria para identificar y cuantificar los esfuerzos de reducción.

La notificación y la verificación son importantes para garantizar la transparencia, la responsabilidad y la credibilidad.

Las empresas y las autoridades locales están a la espera de un proceso de certificación reconocido para notificar estas reducciones de emisiones. El Acuerdo de París negociado en diciembre de 2015 estableció Mediciones, Informes y Verificación (MRV) para la mitigación del cambio climático.

Es por ello que el proyecto CARBON FARMING tiene establecido desarrollar la puesta en marcha de un sistema de monitorización, registro y verificación de la reducción de emisiones de manera similar a los impulsado en Francia: en noviembre de 2018, el gobierno francés publicó el "Label Bas Carbone" (Estándar Bajo en Carbono), un marco de certificación completo para cuantificar las reducciones de emisiones de GEI. Tras la publicación del decreto, una serie de organizaciones desarrollaron una metodología llamada CARBON AGRI que tiene como objetivo desarrollar un marco MRV para cuantificar la reducción de emisiones en el sector bovino en Francia.

En 2019, la DG CLIMA puso en marcha un estudio sobre la agricultura del carbono sobre Apoyo analítico para la puesta en marcha de una iniciativa de agricultura del carbono de la UE. Consiste en proporcionar retroalimentación sobre las recomendaciones de mejores prácticas sobre cómo remunerar a los agricultores por su contribución a la mitigación del cambio climático.

Estudios recientes de FAO (Gerber et al., 2013) y proyectos LIFE anteriores muestran que existe potencial para reducir las emisiones de GEI de las principales fuentes de emisión (fermentación entérica, gestión del estiércol, cría de animales, cultivos y gestión de los pastizales). Una primera evaluación de los costes de las técnicas de mitigación, es decir, de los "costes técnicos"

en los proyectos LIFE. El proyecto LIFE CARBON FARMING consistirá en actualizar y ampliando el coste referencial

Dado que el mecanismo de financiación del carbono requiere un mayor nivel de seguimiento y evaluación, lo que puede generar costes elevados, LIFE CARBON FARMING determinará los costes de la gestión administrativa, de la puesta en marcha de planes carbono y de la certificación externa. Este coste referencial se referirá al proceso MRV y permitirá obtener una idea de la remuneración necesaria para compensar costes asociados.

3. Desarrollo de indicadores comunes sobre sostenibilidad

La aplicación de este tipo de iniciativas debe evaluarse desde diferentes puntos de vista. Para ello, está previsto, que el proyecto examine otros aspectos ambientales a parte de los GEI. Será un análisis multicriterio que mida indicadores medioambientales globales (lixiviación de nitratos, pérdidas de amoníaco, consumo de agua uso de pesticidas, balance de nitrógeno,) y los servicios ecosistémicos asociados (protección de la biodiversidad, etc).

Asimismo, la sostenibilidad debe tener en cuenta las implicaciones socioeconómicas de estas medidas, para lo cual, está previsto hacer un análisis específico.

1. Discusión y conclusiones

El proyecto LIFE CARBON FARMING es el resultado de toda una serie de experiencias previas. Tiene la ambición de mejorar la sostenibilidad del sector de la ganadería bovina a nivel regional y nacional en su triple vertiente. Para ello, la evaluación armonizada de la sostenibilidad de las granjas y el proceso MRV combinados con la evaluación de coste de las estrategias bajas en carbono aclarará el impacto económico de una estrategia de este tipo.

Asimismo, los mecanismos de financiación evaluados en el proyecto deberían remunerar en consecuencia a los ganaderos y ayudarles a avanzar hacia una producción baja en carbono.

Se espera que los ingresos percibidos por la venta de las toneladas de carbono evitadas sirvan para guiar a las producciones hacia una transición positiva, aumentando su competitividad.

Paralelamente, los beneficios sociales directos e indirectos (empleo, atractivo local) serán realmente evaluados a escala regional, nacional y europea. Este tipo de iniciativa representa una oportunidad real para cambiar la percepción de la sociedad hacia las producciones de carne de vacuno y de leche.

LA GANADERÍA Y LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO: 10 ARGUMENTOS PARA MATIZAR

Frédéric Leroy, Grupo de Investigación de Microbiología Industrial y Biotecnología Alimentaria, Vrije Universiteit Brussel, Bruselas, Bélgica; Correo electrónico: frederic.leroy@vub.be

INTRODUCCIÓN

El sistema alimentario en su conjunto contribuye al 20-35% de las emisiones de gases de efecto invernadero de origen humano. Dentro de este porcentaje, la agricultura y la pesca aportan el 40%, mientras que el uso de la tierra/cambio de uso de la tierra y las cadenas de suministro contribuyen cada uno en torno al 30%. La ganadería es la principal fuente de emisiones agrícolas, y sólo el metano procedente de los rumiantes y el arroz constituye un tercio de las emisiones alimentarias. Debido a las mayores emisiones asociadas a los alimentos de origen animal en comparación con los vegetales, las políticas dietéticas suelen centrarse en los productos ganaderos. De hecho, el sector ganadero tiene una responsabilidad sustancial en el impacto climático y en los presupuestos de emisiones. Sin embargo, es demasiado simplista y potencialmente contraproducente afirmar que la población mundial debe pasar al vegetarianismo o restringir drásticamente su consumo de carne y productos lácteos a cantidades muy pequeñas. La comparación del impacto climático provocado por alimentos individuales de origen animal y vegetal no es nada sencilla. Cada sustitución en la dieta tiene efectos positivos y negativos. Un enfoque mejor es contrastar los patrones dietéticos saludables y evaluar las consecuencias ecológicas, nutricionales y sociales. A continuación, se exponen una serie de argumentos que contextualizan el impacto de la ganadería en las emisiones de gases de efecto invernadero.

10 ARGUMENTOS PARA MATIZAR

1. **No deben utilizarse datos globales para evaluar contextos locales**

   La contribución de la ganadería a las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero es del 12%, según la última estimación de la FAO. Sin embargo, las intensidades de emisión varían significativamente por todo el mundo. Los datos mundiales no reflejan los contextos locales y no deben extrapolarse a la hora de evaluar el impacto climático del ganado en una región o sobre un sistema de producción determinados.

2. **Otras medidas de mitigación son posibles y están en curso**

   El argumento contra la ganadería asume el statu quo y no tiene en cuenta el potencial de mejora. La optimización de los piensos, los cuidados veterinarios, la utilización inteligente del estiércol, una mejor gestión de los rebaños y otras estrategias podrían reducir significativamente las emisiones de carbono en el futuro.

3. **La restricción de alimentos de origen animal sólo produce pequeños beneficios**

   Para llenar el vacío que deja la restricción de alimentos de origen animal es necesario aumentar la producción de cultivos para satisfacer las necesidades nutricionales, lo que genera sus propias emisiones. En los países de renta alta, la adopción de dietas vegetarianas supondría una pequeña reducción (1-6%) de la huella de carbono total y sólo sería significativa si la dieta se mantiene, lo que rara vez ocurre.

4. **La dieta distrae de intervenciones más eficaces**

   El turismo, la digitalización y la moda contribuyen a las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, pero estos aspectos del estilo de vida reciben menos atención que las preferencias alimentarias. El ganado sirve de chivo expiatorio conveniente. Un solo vuelo de ida y vuelta contrarresta años de vida vegetariana, lo que no deja de ser poco en comparación con las emisiones de los jets privados. En última instancia, una pequeña minoría genera la mayor parte de las emisiones mundiales.

5. **La nutrición no debe pasarse por alto al comparar alimentos**

Utilizar el CO2-eq por kg (o kcal) no es una buena base para comparar alimentos con diferentes perfiles nutricionales. La aplicación de estas métricas en escenarios dietéticos para reducir el impacto climático puede comprometer el suministro de micronutrientes y promover soluciones alimentarias ultraprocesadas, ambas perjudiciales para la salud. Un mal estado de salud pública contribuye sustancialmente a la huella de carbono.

6. **Se deben contabilizar los beneficios de los coproductos ganaderos**

Los análisis del ciclo de vida no suelen distribuir equitativamente las emisiones de los servicios y de los subproductos de la industria animal. Entre ellas se incluyen las partes no comestibles (por ejemplo, pieles, lana, huesos, estiércol) y las partes comestibles de la canal (por ejemplo, las vísceras, que contienen gran parte del valor nutritivo). Si se tuvieran debidamente en cuenta estos factores, la huella de carbono de los alimentos de origen animal disminuiría.

7. **La ganadería también captura carbono**

Los cálculos del impacto climático de la ganadería no sólo deben tener en cuenta las emisiones de carbono, sino también su captura. Las tierras de pastoreo, que cubren una vasta porción de la masa terrestre mundial, son enormes reservorios de carbono orgánico del suelo. Una gestión adecuada de los pastizales mejora las reservas de carbono del suelo y puede compensar sustancialmente las emisiones en las regiones donde predominan dichos pastizales.

8. **La resilvestración conlleva su propio impacto climático**

No hay que exagerar los beneficios climáticos de los escenarios de resilvestración. Sustituyen el ganado por animales que también son metanogénicos, mientras que la fauna silvestre puede afectar al secuestro de carbono forestal a través del ramoneo. En muchas regiones, los niveles actuales de metano del ganado pueden no diferir mucho de los niveles de referencia naturales.

9. **La forestación de praderas a gran escala no es una panacea**

La protección de los bosques es imprescindible, pero una estrategia única de forestación masiva es irrelevante en ecosistemas abiertos que dependen del pastoreo. Los bosques secuestran carbono, pero no más de lo que se obtiene con praderas bien gestionadas en regiones templadas. También son más vulnerables a los incendios forestales, tardan décadas en ser eficaces y causan daños ecológicos en el caso de los monocultivos de árboles inadecuados.

10. **El metano debe evaluarse de forma diferente al CO_2**

Utilizar los métodos convencionales de cálculo del metano para comparar los alimentos en el contexto del calentamiento global puede inducir a error. A diferencia del CO_2 procedente de los combustibles fósiles, el metano de los rumiantes es un contaminante efímero dentro de un ciclo biológico. No añade carbono nuevo a la atmósfera, siempre que su volumen no aumente. La cautela estriba en que el crecimiento y la productividad de los rebaños requieren una cuidadosa mitigación.

CONCLUSIÓN

Los escenarios simplistas a favor de un sistema alimentario basado en plantas suelen pasar por alto que el cambio en la dieta sólo tiene un impacto modesto en los cálculos de un estilo de vida intensivo en combustibles fósiles, que el metano entérico forma parte del ciclo natural del carbono y tiene una cinética de calentamiento global diferente a la del CO_2, que la repoblación de tierras agrícolas generaría sus propias emisiones y que la forestación tiene muchas limitaciones, que los datos globales no deben generalizarse para evaluar contextos locales, que todavía hay amplias oportunidades para mejorar la eficiencia ganadera, que el ganado no sólo emite sino que también secuestra carbono, y que los alimentos deben compararse en función de su valor nutricional. Sin embargo, los que abogan por una dieta basada en plantas suelen ignorar las llamadas a la matización. Abordar las emisiones de GEI en el sector ganadero debe basarse en pruebas sólidas y tener en cuenta las repercusiones y compensaciones más amplias.

BIBLIOGRAFÍA

Puede consultarse un amplio resumen de referencias en apoyo de todos los argumentos enumerados en:

https://aleph-2020.blogspot.com/2019/06/greenhouse-gas-emissions.html

NUEVOS RETOS DE LA LEGISLACIÓN EN GRANJA: ¿UNA CARGA O UNA OPORTUNIDAD?

Juan Carlos Castro Laxe

Veterinario ADSGestión Soc. Coop. Gal [2]

*Sinónimos de "**Carga**" según el Diccionario de la Real Academia Española: obligación, orden, encargo, peso, trabajo, cuidado, molestia, aplicación.*

*Definición de "**Oportunidad**" según el Diccionario de la Real Academia Española: Momento o circunstancia oportunos o convenientes para algo. Ocasión, conveniencia, coyuntura, pertinencia, sazón*

Introducción

En los últimos años se ha producido una verdadera avalancha de nuevas normativas que afectan directamente al sector de vacuno en el Estado Español.

- *Reglamento (UE) 2019/6 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018, sobre medicamentos veterinarios y por el que se deroga la Directiva 2001/82/CE (07/01/2019, entrada en vigor el 28/01/2022)*
- *Real Decreto 992/2022, de 29 de noviembre, por el que se establece el marco de actuación para un uso sostenible de antibióticos en especies de interés ganadero. (14/12/22)*
- *Real Decreto 1053/2022, de 27 de diciembre, por el que se establecen normas básicas de ordenación de las granjas bovinas (29/12/2022)*
- *Real Decreto 159/2023, de 7 de marzo, por el que se establecen disposiciones para la aplicación en España de la normativa de la Unión Europea sobre controles oficiales en materia de bienestar animal, y se modifican varios reales decretos (08/03/2023)*
- *Real Decreto 364/2023, de 16 de mayo, por el que se establecen las bases de desarrollo de la normativa de la Unión Europea de sanidad animal, en lo relativo a las obligaciones de vigilancia del titular de la explotación y al plan sanitario integral de las explotaciones ganaderas, y por el que se modifican varias normas de ordenación ganaderas (17/05/2023)*
- *Real Decreto 666/2023, de 18 de julio, por el que se regula la distribución, prescripción, dispensación y uso de medicamentos veterinarios (20/07/2023)*

Se espera, además, la próxima promulgación de nuevas directivas comunitarias que afectarán a condiciones de bienestar animal en granja, transporte de animales, y que supondrán una vez más cambios adicionales para el sector.

Todos estos preceptos suponen en muchos aspectos una revolución en la forma de hacer las cosas en las granjas de vacuno, afectando no sólo a los ganaderos, sino directamente a los veterinarios, que han visto modificadas sus obligaciones, atribuciones, competencias, y en definitiva, su quehacer diario.

No es fin de esta ponencia evaluar la bondad, necesidad o conveniencia de estos cambios normativos; y dado el escaso tiempo en el que se llevan aplicando (incluso en varios de los preceptos nos encontramos en los periodos transitorios de aplicación) no es fácil evaluar si el legislador está consiguiendo o no los objetivos planteados en cada una de las exposiciones de motivos. Si finalmente se consigue lo propuesto, habrá que coincidir en que se trata de normativas "oportunas", esto es "convenientes" y "pertinentes". En caso contrario, no lo serán…

Pero por el momento, los primeros efectos evidentes son un incremento de los procedimientos administrativos, necesidades documentales, y nuevas limitaciones. Evidentemente, la normativa relacionada con el uso de los medicamentos veterinarios, y en particular las restricciones al curso de antimicrobianos, están suponiendo cambios críticos. Sin discutir que los fines sean

[2] jclaxe@adsgestion.com www.adsgestion.com

loables (un uso más racional de los medicamentos, disminución en el consumo de antibióticos, mayor trazabilidad, salvaguardia de la eficacia de los antimicrobianos para su uso tanto en animales como en los seres humanos, etc.) cierto es que las nuevas obligaciones de carácter burocrático (comunicaciones, necesidad de justificar el uso de determinados grupos de antibióticos, antibiogramas, obligación de documentar los usos metafilácticos, etc.) son indudable causa de preocupación en el sector de los buiatras.

No obstante, y dado que estos aspectos relacionados con el medicamento ya han sido objeto de diversas ponencias y cursos, como el XXV Congreso ANEMBE en 2023, nos centraremos en las restantes normativas, en particular el decreto de ordenación de las granjas bovinas, la obligatoriedad de los Planes Sanitarios Integrales, los Planes de Bienestar y la figura del Veterinario de Explotación.

La figura del Veterinario de Explotación

Aunque el término ya aparecía en normas anteriores (como por ejemplo la *Ley 8/2003, de 24 de abril, de sanidad animal*) en el caso del ganado vacuno el Real Decreto 364/2023 sustancia que todas las explotaciones con una capacidad igual a superior a 5 UGM deberán designar de forma fehaciente a un "Veterinario de Explotación".

Una vez designado, y aceptada la designación por el facultativo, el veterinario tendrá al menos las siguientes competencias:

- Diseño, redacción y supervisión del Plan sanitario integral, que incluirá actuaciones sanitarias e higiene, un plan de bioseguridad y un plan de uso racional de medicamentos veterinarios (en particular, sobre antimicrobianos)
- Asesoramiento al titular de la explotación en el correcto cumplimiento de la normativa sanitaria vigente incluida la identificación de los animales, en materia de cumplimentación de registros de la explotación o explotaciones, sobre normas de bioseguridad, detección de enfermedades (en particular las Enfermedades de Declaración Obligatoria) y sobre la correcta aplicación de las guías o códigos de buenas prácticas de higiene.
- Diseño, redacción y supervisión del Plan de Bienestar animal

Estas tareas se habrán de realizar incluyendo lo que denominan "visitas zoosanitarias", que al menos con una periodicidad mínima obligatoriamente serán presenciales.

El Sistema Integral Gestión de Explotaciones Bovinas (SIGE)

Además de contar con un Veterinario de Explotación, gran cantidad de granjas también deberán redactar un SIGE, que viene siendo un sistema documental o "compendio de documentos" (en soporte físico o informático) en el que se describe con mayor o menor detalle la realidad de cada granja, sus características productivas, y compila aquellos documentos que según el RD 1053/2022 y el Decreto 364/2023 son obligatorios.

Si bien toda explotación con 5 o más UGM independientemente de su tipo y clasificación zootécnica (con alguna excepción: no lo precisan certámenes ganaderos, mataderos, plazas de toros, concentraciones de animales no permanentes y puestos de control) la redacción y mantenimiento del SIGE solo es obligatoria para las explotaciones con 20 o más UGM, con una importante excepción: las que la administración competente clasifique como Explotaciones extensivas (*"explotaciones en las que los animales no están alojados dentro de una instalación de forma permanente, y, para su alimentación, utilizan la mayor parte del tiempo una base territorial con aprovechamiento de pasto o recursos agroforestales, complementando el pastoreo con aportes de materias primas vegetales o piensos, en función de las condiciones climáticas y la disponibilidad de pastos")*

Según el Anexo III del RD 1053/2023, el contenido mínimo del SIGE incluirá:

1. Descripción de las condiciones estructurales y ambientales de la granja
2. Identificación del veterinario de explotación.
3. Plan sanitario integral
4. Plan de bienestar animal
5. Plan de formación en materia de bienestar animal, medio ambiente, y manejo de los animales.
6. Plan de gestión ambiental:

a. Medidas para la optimización del uso de agua y energía.
b. Medidas para el control de ruidos, partículas, polvo y olores.
c. Plan de gestión de residuos.

d. Plan de producción y gestión de estiércol.

Si bien la redacción de la totalidad de un SIGE no es competencia exclusiva de los facultativos veterinarios, expresamente se indica que el veterinario de explotación *"elaborará aquellos apartados del Sistema Integral de Gestión de las Explotaciones Bovinas relacionados con sanidad, bienestar animal, higiene y bioseguridad".* El resto de los apartados podrían ser redactados por el propio ganadero, o por cualquier otro profesional.

No obstante, la mayor parte de los ganaderos probablemente preferirán, si se les ofrece la opción, que sea un mismo profesional el que se encargue de todo lo relacionado con el SIGE. Y aun cuando la redacción de parte de este documento no sea competencia exclusiva veterinaria (como si lo es el plan sanitario integral, el plan de bienestar…) la profesión veterinaria tiene sin duda capacidades suficientes para poder redactar y supervisar el resto de los componentes del SIGE.

¿"Carga" o "Oportunidad"?

Es patente que cuando la administración se refiere a "planes", "actuaciones", "supervisiones", "visitas zoosanitarias", no se contempla otra opción a que existan evidencias documentales de que tales cuestiones se han realizado.

Es todo lo que habitualmente los veterinarios de campo denominamos *cariñosamente* "papeleo".

Y teniendo en cuenta que el azar o la fortuna ha proporcionado a la profesión competencias exclusivas en muchos de estos campos (no podría ser de otra manera), hay que asumir que esto conlleva adaptarse a realizar una correcta gestión documental. Algo que en otros ámbitos de la profesión ya se ha venido realizando sin traumas: nadie se plantearía realizar un control reproductivo a cierta escala sin el uso de herramientas informáticas y el análisis de datos. Pues algo análogo se impone para el resto de nuestras actuaciones profesionales.

El hecho de que cada granja con más de 20 UGM, no siendo extensiva, deba contar con un SIGE es algo a tal momento indiscutible: se podrá polemizar sobre si ello mejorará o no la viabilidad de las explotaciones, pero en cualquier caso es una "ocasión" o "coyuntura favorable" (¡una oportunidad!) para la profesión veterinaria, que va a abrir (de hecho, ya está abriendo) nuevos e interesantes nichos de actividad profesional.

Evidentemente, los veterinarios dependemos de que la coyuntura sea también buena para los ganaderos, ya que sin ganaderos de vacuno no habrá profesionales facultativos dedicados a este sector de la ganadería. No obstante, no es necesario dramatizar en exceso con las perspectivas de futuro; ya que si bien es evidente que en los últimos años se están produciendo muchos abandonos (proceso que se probablemente se acelerará en los próximos años), es más fácil que se deba a la problemática de bajos precios en el sector primario, a la dificultad de encontrar mano de obra, a los bajos márgenes existentes, a la concentración en la distribución y comercialización de carne y leche… y no a que los ganaderos deban afrontar nuevos requisitos documentales y nuevos trámites, que no van a suponer una parte sustancial de la cuenta de resultados.

Evidentemente, si las nuevas obligaciones que establece la normativa (planes sanitarios, planes de bienestar, la propia figura del veterinario, de explotación, etc.) se convierten en menos trámites burocráticos, tendrán poca o nula utilidad para el ganadero. No obstante, la profesión debe asumir la responsabilidad que esto no sea así, y en realidad, aportemos mejoras en la sanidad, productividad, etc de las explotaciones, y en un mejor bienestar animal, que impidan o minoren las malas percepciones sobre la ganadería que se están implantando en amplios sectores de la sociedad.

Asumir las funciones de veterinario de explotación, proceder a la redacción de un SIGE, etc, no es obligatorio para todos los veterinarios. Es posible (¿aconsejable?) realizar un enfoque integral de los servicios veterinarios a una explotación, pero seguirá existiendo un innegable hueco de mercado para aquellos facultativos que se quieran dedicar exclusivamente a la actividad clínica, reproducción, nutrición, etc.

Dada la escasez actual (y probablemente futura) de veterinarios de campo, será más complejo para el ganadero encontrar quien acceda a ser veterinario de su explotación, y no tanto para el facultativo un temor de quedar fuera de juego si no lo hace. Pero va a ser sin duda una necesidad del sector, y por tanto una oportunidad profesional.

Nuevas atribuciones: cómo afrontarlas

Para la mayor parte de los ganaderos, disponer de un veterinario de explotación y en muchos casos de un SIGE redactado, es una NECESIDAD. Por tanto, los facultativos veterinarios ayudaremos a su viabilidad si podemos dar respuesta a esta necesidad.

Y lo propio es hacerlo de forma profesional (es decir, que ello no solo suponga para el ganadero "cumplimentar un requisito" sino también conseguir mejoras sanitarias, productivas y de bienestar animal) y con sistemas acordes al Siglo XXI.

En las explotaciones actualmente es habitual que actúen simultáneamente más de un facultativo veterinario: por ejemplo, los veterinarios encargados de las pruebas de saneamiento sometidas a planes oficiales, los veterinarios de ADSG, calidad de leche, control reproductivo, nutrólogos, veterinarios clínicos, responsables de figuras específicas de calidad o certificaciones de bienestar, etc.

Por tanto, podría existir la tentación errónea de considerar que el veterinario de explotación es una especie de "SúperVeterinario", que de forma activa coordinará e incluso controlará a los restantes veterinarios.

Esto no necesariamente tiene que ser así, entre otras cosas, porque probablemente sea una tarea difícil o imposible. Y que así planteada generaría conflictos sobre las competencias o los criterios profesionales de cada veterinario interviniente, además de una obvia confusión para el ganadero.

Por tanto, puede ser suficiente con que el veterinario de explotación asuma la gestión de un sistema de alarmas, en aquellos puntos críticos que más pueden afectar a la viabilidad de la explotación, en particular, su adaptación a los nuevos y cambiantes requerimientos legales:

Dentro de estas alarmas, se podrían destacar:

- Nivel de consumo de antimicrobianos, de forma que, si se detecta que la explotación supera los niveles de consumo habitual en mg/UR, se pueda asesorar al ganadero.
- Uso excesivo de antimicrobianos de los grupos restringidos
- Falta de adaptación a los nuevos requisitos de las explotaciones (instalaciones, registros analíticos…)
- Existencia de prácticas ya no toleradas (mutilaciones, restricciones de espacio, etc)
- Incumplimiento del Programa Sanitario Integral
- Carencias documentales
- etc

La información es posible gestionarla en formato físico (papel), pero lo lógico y recomendable es utilizar soportes informáticos, debido a las indudables ventajas que aportan: fácil actualización, seguridad en su mantenimiento, consulta remota, etc.

Para ello, se pueden utilizar simplemente archivos ubicados "en la nube", pero también páginas web diseñadas al efecto, repositorios específicos, o aplicaciones ex profeso, o adaptadas.

El objetivo ha de ser evitar todas aquellas tareas repetitivas y monótonas, posibilitando un correcto manejo de los datos e información, y garantizando que todos los documentos legalmente obligatorios están presentes y actualizados. PERO no parece aconsejable que todo se limite a un "Copy / Paste" para simplemente atender un requisito burocrático. Entonces, será un trabajo inútil, en primer lugar, para el propio ganadero.

Los documentos que se generen con un sistema documental tienen que tener varias características:

1. De fácil e intuitiva generación, de forma que el propio sistema guie en la captación de datos.
2. Ágiles, evitando la introducción repetitiva de la misma información.
3. Seguros; si se mantienen on line, se evita la hipotética pérdida de documentos o registros, lo cual aporta seguridad jurídica para el ganadero, pero sobre todo para el veterinario de explotación.
4. Adaptados a los avances tecnológicos, incorporando envíos de información por mensajería y/o redes sociales, análisis de información con IA, tecnología BlockChain, etc
5. Ambientalmente sostenibles, evitando en lo posible el consumo de papel, el archivo de documentos físicos, etc.

Hay varias iniciativas encaminadas a aportar soluciones técnicas a estas necesidades. Entre ellas, Generareceta, Cowsulting, VetGestERP (ADSGestión SCG), aunque hipotéticamente es posible generar soluciones análogas utilizando OneDrive, DropBox o semejantes.

Conclusiones: nuevas competencias, nuevas necesidades, nuevos desafíos, ¿nuevos riesgos?

Ante esta nueva necesidad de las granjas de vacuno, la profesión veterinaria puede mantenerse en parte al margen, posibilitando que otras profesiones ocupen su hueco. No deberíamos.

Si los veterinarios de vacuno nos convencemos de que esta nueva situación solo aporta papeleos y burocracia, no la gestionaremos de forma profesional, aportando valor añadido a nuestros ganaderos.

Tal vez haya facultativos que caigan en la tentación de repartir fotocopias de planes sanitarios, o utilizar el Copia/Pega de forma indiscriminada. No sería inteligente.

En el siglo XXI, la gestión de la información debería realizarse utilizando las herramientas informáticas disponibles. El tiempo de los blocks y los albaranes en papel ya se ha superado.

Pero…

Hay una última acepción en el Diccionario de la Real Academia Española (RAE) para el término "oportunidad": *"artículo que se ofrece a un precio más bajo. Sin.: rebajas, saldo, ganga, breva."*.

Si la profesión veterinaria no es capaz de responder a esta nueva necesidad de las granjas de forma profesional, y en consecuencia asegurando unos honorarios apropiados, será una nueva oportunidad perdida.

En un momento de abandono de muchas explotaciones, y de falta de veterinarios de campo, estos nuevos retos pueden ser una buena oportunidad. En manos de la profesión está convertirlos en algo conveniente, y evitar que se conviertan en un saldo…

LA PRESENCIA DE *MYCOPLASMA BOVIS* EN ESPAÑA ¿QUÉ SABEMOS YA?

Christian De la Fe*, Xóchitl Hernández, Antonio Sánchez, Joaquín Amores, Juan Carlos Corrales

Grupo de Investigación Sanidad de Rumiantes, Departamento de Sanidad Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia, España

*E-mail: cdelafe@um.es

Introducción

Mycoplasma bovis está considerado un agente patógeno muy importante en el ganado bovino, responsable de una variedad de cuadros clínicos que abarcan desde la producción de mamitis clínicas y subclínicas en el ganado de aptitud lechera hasta su participación, como un agente más, dentro de la compleja etiología de lo que conocemos como síndrome o complejo respiratorio bovino (CRB). Sin embargo, más allá de ser un patógeno exclusivamente mamario o respiratorio, es frecuente su presencia en procesos septicémicos asociados a la presentación de artritis u otitis, entre otros signos. Es responsable de grandes pérdidas económicas a nivel mundial, probablemente subestimadas en muchas ocasiones, lo cual explica las estrategias de control y erradicación que son empleadas por algunos países considerados libres cuando este agente es detectado en los mismos, como ha sido el reciente caso de Nueva Zelanda.

El comportamiento de esta especie del género Mycoplasma, es muy similar a la bacteria más genéticamente cercana que tiene, *Mycoplasma agalactiae*. Miembros ambos del grupo Hominis, ocasionan una sintomatología y tienen una epidemiología muy parecida, pero en esta ocasión, focalizada en los pequeños rumiantes y otras especies silvestres. A pesar del mencionado impacto sobre el sector, y la importancia de éste en España, la información acerca de su presencia en el país, su grado de difusión o las características de las infecciones que ocasiona en los rebaños españoles ha sido mínima hasta finales de la década pasada, lo cual puede estar relacionado con la complejidad a la hora de trabajar con este microorganismo y las dificultades inherentes a su aislamiento y caracterización. Sin embargo, diversos trabajos realizados entre los años 2016 y 2022 han esclarecido enormemente el panorama respecto a su presentación e importancia, siendo estos, en su mayoría, los datos que componen esta comunicación, completados, eso sí, con algunos aspectos de mucho interés etiológico y epidemiológico esclarecidos con posterioridad (García-Galán et al., 2020; 2021; 2022).

Presencia e importancia de *Mycoplasma bovis* en España

Diversos trabajos desarrollados desde 2016 han confirmado que Mb se encuentra ampliamente distribuido en los rebaños españoles y presente en las diferentes áreas productivas, si bien los datos en algunas de ellas son aun muy limitados. Esta detección confirma los indicios previos disponibles respecto a la presencia del agente en el país (Becker et al., 2015) y la sospecha clínica de muchos técnicos. En un primer momento, su presencia se confirmó principalmente en los cebaderos de terneros, donde la entrada de animales de muy diversa procedencia -incluyendo países como Francia donde la infección está considerada endémica desde hace años-, hacía bastante probable este hecho.

Sin embargo, y a pesar de haberse estudiado hasta el momento un número bastante inferior de muestras, los datos obtenidos en diversas comunidades como Murcia, Galicia o Castilla La Mancha, sugieren que la presencia en los colectivos de producción de leche no parece ser esporádica. Es difícil estimar la importancia y mucho menos la prevalencia de este agente tratándose de cuadros clínicos donde pueden participar diversos agentes, como son los respiratorios o los mamarios, pero los datos obtenidos en esos años evidencian un 28% de muestras positivas de todas las procedentes de ganado bovino de carne y de leche entre 2016 y 2019 (García-Galán et al., 2020), lo cual no es un porcentaje nada desdeñable. Estos resultados, fueron obtenidos tanto de muestreos de animales clínicos como subclínicos, lo que complica más aun la consideración de la presencia de Mb como primario o secundario en todos los casos. Sin embargo, los datos procedentes de los pulmones de un total de 23 terneros sacrificados por su falta de respuesta al tratamiento antibiótico evidenciaron la presencia de Mb en 20 de ellos, incluyendo su presencia de un elevado porcentaje de los pulmones analizados, lo que parece sugerir su participación en muchos de estos procesos (García-Galán et al., 2021).

La presencia del agente en los rebaños, independientemente de su aptitud, es importante por la forma de transmisión de la

infección, ya que los terneros pueden infectarse ya en los primeros momentos de vida, a partir del calostro o de la leche de sus madres. La presencia de Mb en las vacas lecheras implica que un porcentaje de los terneros ya se incorporen infectados cuando llegan al cebo, independientemente de la edad, lo que tiene consecuencias prácticas en la entrada continua de nuevas cepas que puede complicar el manejo del CRB en los cebaderos. Nuestro grupo ha podido comprobar que el número de terneros -normalmente asintomáticos- que llegan infectados a estos centros es variable, independientemente de que se trate de pasteros o mamones. Una vez allí, la transmisión horizontal hace que se infecten un número superior de animales en cada uno de los lotes. La mezcla de animales de diferentes orígenes, nacionales e internacionales, complica aun más "la lotería" en la que se constituye el proceso de aparición de una sintomatología más o menos evidente en los lotes de estos colectivos.

La caracterización de los microorganismos aislados, utilizando diversas técnicas moleculares es frecuente ya, y necesaria, a la hora de poder comparar y entender determinadas situaciones epidemiológicas a las que se enfrentan los microorganismos. Así sucedió con la tipificación unilocus utilizando secuencias de *polC*, descrita en Francia y que de un modo menos complejo que otras técnicas, permite clasificar los aislamientos sin grandes dificultades. Su uso ha permitido determinar inicialmente la presencia en España de dos subtipos circulantes, ST2 y ST3, tanto en bovino de carne como de leche, e independientemente de las regiones de procedencia o los signos clínicos observados.

De forma muy interesante, la monitorización de la concentración mínima inhibitoria (CMI) de los aislamientos del ST2 y del ST3 reveló una importante diferencia con respecto al uso de las fluoroquinolonas: el ST2 es más susceptible que el ST3. El análisis de los genomas identificó mutaciones en las regiones determinantes de resistencia a quinolonas (QRDR) de los genes *gyrA y parC*, sólo en los aislamientos del ST3. Esta situación refleja la capacidad del ST3 para acumular mutaciones en las regiones QRDR y podría indicar la presión selectiva impuesta por el uso masivo de estos antimicrobianos. Además, los valores de CMI y la detección de mutaciones mediante el análisis de la secuencia genética mostró que la mayoría de los aislamientos españoles son resistentes a los macrólidos, lincosamidas y tetraciclinas. La valnemulina fue el único antimicrobiano eficaz, al menos *in vitro*, frente a ambos STs (García-Galán et al., 2020).

A pesar de todo esto, en 2023, los datos obtenidos por nuestro grupo de investigación han evidenciado por vez primera la presencia de un nuevo subtipo, el ST-1, no diagnosticado en España en estudios precedentes (Corrales et al., 2024). Las muestras que resultaron positivas procedían de diversas comunidades autónomas -lo que refleja la extensión de este- recuperados principalmente de terneros con síntomas respiratorios en diferentes zonas del país. Desconocemos si se trata de una introducción acontecida en los últimos años o bien, este subtipo de la bacteria ya estaba anteriormente -lo cual genera dudas al respecto de por qué no pudo ser detectado con anterioridad-. Sea como fuere, la CMI realizada a estos aislamientos frente a un panel de antimicrobianos reveló, al igual que en los casos de ST-2 Y ST-3, una mínima susceptibilidad antimicrobiana frente a macrólidos y lincomicinas, y dividió, básicamente, los pocos aislamientos existentes en dos grupos en función de la susceptibilidad frente a las fluoroquinolonas (FLQ). Sin existir ninguna correlación geográfica entre los perfiles de CMI y los aislamientos, es complejo poder recomendar medidas de actuación, más allá de valorar los chequeos puntuales para detectar la evolución de esas resistencias. Ni siquiera para un conjunto de 8 aislamientos recuperados al mismo tiempo en el mismo rebaño se pudo observar un solo perfil de sensibilidad a las FLQ (Corrales et al., 2024). Los resultados obtenidos con las tetraciclinas fueron variables, abriendo la posibilidad a su uso en algunos casos determinados.

Pero el uso de la biología molecular en los aislamientos españoles ha permitido obtener más información en referencia a lo que está sucediendo con los aislamientos en los animales infectados. Combinando reconstrucciones de árboles filogenéticos y análisis genómicos comparativos detallados en 36 de los aislamientos obtenidos en España (de 2016 a 2018), confirmamos la naturaleza de "mosaico" de 16 aislados de campo. La presencia de elementos móviles en el genoma de estas bacterias se conoce desde hace algunos años, pero el estudio en cuestión ha evidenciado por vez primera la capacidad de algunas de estas bacterias sin paredes para intercambiar grandes regiones cromosómicas. La transferencia cromosómica de Mycoplasma (TCM) es un mecanismo poco convencional que depende de la presencia de un elemento conjugativo integrador funcional (ICE) en al menos una de las partes y que implica la adquisición horizontal de fragmentos cromosómicos pequeños y grandes de cualquier parte del genoma donante, lo que da lugar a progenies compuestas por una variedad infinita de genomas en mosaico. Pues bien, los datos obtenidos en los estudios realizados, evidencian que este fenómeno puede tener lugar en el campo, muy probablemente durante co-infecciones por múltiples cepas, contribuyendo así a la amplia diversidad del agente, siendo las consecuencias fenotípicas difícilmente predecibles. Desafortunadamente, estos eventos contribuyen a la amplia diversidad y la reorganización genómica en esta especie y podrían tener un tremendo impacto en el diagnóstico y control de la enfermedad.

Mecanismos de patogenicidad como la variabilidad antigénica ligada a la presencia de un conjunto de genes asociados a la misma, la formación de biofilms u otros, han sido descritos en el caso de Mb, como en otros micoplasmas. Predecir el efecto que puede tener en estos mecanismos la variabilidad descrita o el intercambio de material genético entre unas cepas y otras es poco más que una utopía, teniendo en cuenta que no solo existen otras cepas, sino que múltiples especies de micoplasma pueden infectar al ganado bovino, y el intercambio de genes entre ellos tampoco es descartable.

Todos los subtipos que circulan en España…¿son multiresistentes?

Los datos obtenidos en relación con el desarrollo de resistencias a los antimicrobianos en los aislamientos de Mb no son ni mucho menos positivos. Al incremento sustancial de la resistencia a los antimicrobianos de los aislamientos de Mb en países como Francia (Gautier-Bouchardon et al., 2014), la comentada variabilidad en la sensibilidad a las fluoroquinolonas sería la única puerta que abriría la esperanza de contar con tratamientos más eficaces frente a la infección por Mb en nuestro país, principalmente en el caso de la presencia del subtipo ST-2 (García-Galán et al., 2020) y de algunas cepas del ya introducido subtipo ST-1 (Corrales et al., 2024).

En la línea ya descrita, los datos obtenidos hasta final del año 2023 evidencian la presencia de un elevado porcentaje de aislamientos de Mb que deben considerarse multiresistentes a un elevado grupo de antimicrobianos entre los que podemos incluir los macrólidos, las lincosamidas o las tetraciclinas, lo cual limita mucho las posibilidades reales de una actuación exitosa (Becker et al., 2020; García-Galán et al., 2020; 2021). Además, y tal y como ya se observó en los mencionados aislamientos españoles de los subtipos ST-2 y ST-3 (García-Galán et al., 2020; 2021), la secuenciación genómica de 4 regiones (*gyrA, gyrB, parC y parE*) que codifican regiones determinantes de resistencia a quinolonas (QRDR) también evidenció en las cepas ST-1, la presencia de mutaciones acumulativas en algunos aislamientos con altas CMIs a FLQ, pero no en todos ellos (n=3), sugiriendo así que otros mecanismos pueden estar implicados en la adquisición de resistencia a estos antibióticos. No olvidemos que, tal y como ya se ha observado en los subtipos ST-2 y ST-3 españoles, los aislamientos del subtipo ST-1 también son resistentes a macrólidos, lincosamidas y tetraciclinas, lo que complica las opciones terapéuticas disponibles.

Recomendaciones para el diagnóstico de *Mycoplasma bovis*

Las posibilidades de realizar medidas de control eficaces en este tipo de infecciones son escasas, siendo muy importante el trabajo “previo” a la llegada de los animales a los cebaderos, tratando de trabajar en el pre-acondicionamiento de los animales lo mejor posible, evitando la infección en los estadios iniciales de vida y, con posterioridad, tratando de evitar la mezcla de individuos de todo origen y condición que, en función de sus características previas, pueden generar episodios clínicos de gran gravedad en los cebaderos afectados. La adopción de medidas como el tratamiento del calostro -y el correcto encalostramiento de los animales- y la limitación del contacto, principalmente directo, pueden ayudarnos a limitar la transmisión de la infección (Corrales et al., 2023). Hay que tener en cuenta que, una vez infectados, la curación bacteriológica es altamente improbable, lo que evidencia la complejidad de un control eficaz.

A nivel diagnóstico, también es importante mencionar que tanto los lavados traqueobronquiales, los hisopos traqueales o incluso, el uso de la muestra de hisopo nasal puede ser satisfactoria a la hora de detectar la presencia de *Mb*. Parece evidente que cuanto más “limpia” sea la muestra, más facilidades podremos tener a la hora de detectar el microorganismo, pero lo cierto es que, cuando el agente está implicado en la sintomatología respiratoria, incluso el empleo de los hisopos directamente en la cavidad nasal en más que suficiente para detectarlo (García-Galán et al., 2020). No olvidemos que otros muchos micoplasmas pueden estar presentes en el ganado bovino, tanto a nivel del aparato respiratorio -comenzando por *M. bovirhinis*- como en la glándula mamaria -como *M. canadense* aislado por nuestro grupo de una vaca con mamitis-, por lo que el diagnóstico a nivel de especie se hace necesario cuando se detecta la presencia de micoplasmas.

Cuando los animales presentan otro tipo de sintomatología, como puede ser artritis u otitis, la muestra de líquido articular o el hisopo auricular son muestras válidas para el diagnóstico. Sin embargo, en estos casos, es también bastante factible poder recuperar el agente a partir de una muestra de hisopo respiratorio.

Agradecimientos

El trabajo del grupo de investigación Sanidad de Rumiantes en el Complejo respiratorio bovino se desarrolla gracias a Los trabajos que se están desarrollando se enmarcan en el Proyecto financiado por la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia a través de la convocatoria de Ayudas a proyectos para el desarrollo de investigación científica y técnica por grupos competitivos, incluida en el Programa Regional de Fomento de la Investigación Científica y Técnica (Plan de Actuación 2022) de la Fundación Séneca-Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia (Proyecto SENECA 22034/PI/22), con la colaboración directa de las siguientes empresas: Juan Jiménez García S.A.U.; BOS NOSTRUM S.L., ADS de bovino de Lorca y Cargill SLU CPN España.

Referencias

Becker CAM, Ambroset C, Huleux A, Vialatte A, Colin A, Tricot A, Arcangioli MA, Tardy F. 2015. Monitoring Mycoplasma bovis Diversity and Antimicrobial Susceptibility in Calf Feedlots Undergoing a Respiratory Disease Outbreak. Pathogens 2020, 9, 593;

Becker CAM, Ambroset C, Huleux A, Vialatte A, Colin A, Tricot A, Arcangioli MA, Tardy F. 2020. Monitoring *Mycoplasma bovis* Diversity and Antimicrobial Susceptibility in Calf Feedlots Undergoing a Respiratory Disease Outbreak. Pathogens. 9(7):593.

Corrales JC, Amores J, Hernández X, Alcázar J, Sánchez A, Fernández A, Luján G, del Olmo D, Ramírez H, Nouvel X, Baranowski E, García-Galán A, Panales P, Hernández E, Sánchez A y de la Fe C. 2023. Caracterizando el papel epidemiológico de Mycoplasma bovis para mejorar el control del complejo respiratorio bovino. 2023. Ruminews, diciembre 2023, 2-7.

Corrales JC, Amores J, Hernández X, Alcázar J, Sánchez A, Fernández A, Luján G, del Olmo D, Ramírez H, Nouvel X, Baranowski E, García-Galán A, Panales P, Hernández E, Sánchez A y de la Fe C. 2023. Evolución y variabilidad del número de individuos infectados por *M. bovis* en las primeras semanas de cebo. 2024. XXVI Congreso Internacional ANEMBE de medicina bovina.

Gautier-Bouchardon AV, Ferré S, Le Grand D, Paoli A, Gay E, Poumarat F. 2014. Overall decrease in the susceptibility of Mycoplasma bovis to antimicrobials over the past 30 years in France. PLoS One. 9(2):e87672.

García-Galán A, Gómez-Martín A, García A, Tatay- Dualde J, Prats-van der Ham M, Álcazar J, Sánchez A, Contreras A, Mas A y De la Fe C. 2019. Mycoplasma bovirhinis está presente en el tracto respiratorio de terneros españoles al inicio del cebo. XXIV Congreso Internacional ANEMBE de Medicina Bovina. Sevilla, España.

García-Galán A, Nouvel LX, Baranowski E, Gómez-Martín Á, Sánchez A, Citti C, de la Fe C. 2020. *Mycoplasma bovis* in Spanish Cattle Herds: Two Groups of Multiresistant Isolates Predominate, with One Remaining Susceptible to Fluoroquinolones. Pathogens. 9(7):545.

García-Galán A, Seva J, Gómez-Martín Á, Ortega J, Rodríguez F, García-Muñoz Á, De la Fe C. 2021. Importance and Antimicrobial Resistance of *Mycoplasma bovis* in Clinical Respiratory Disease in Feedlot Calves. Animals (Basel), 11(5):1470.

García-Galán A, Baranowski E, Hygonenq MC, Walch M, Croville G, Citti C, De la Fe C, Nouvel LX. 2022. Genome Mosaicism in Field Strains of *Mycoplasma bovis* as Footprints of In-Host Horizontal Chromosomal Transfer. Appl Environ Microbiol. 2022 Jan 11;88(1):e0166121.

Gourlay RN, Howard CJ, Thomas LH, Wyld SG., 1979. Pathogenicity of some Mycoplasma and Acholeplasma species in the lungs of gnotobiotic calves. Res in Vet Sci, 27, 233– 237.

Hasoon MF, Jarocki VM, Mohammed MH, Djordjevic SP, Yip HYE, Carr M, Khabiri A, Azari AA, Amanollahi R, Jozani RJ, Carracher B, Mollinger J, Deutscher AT, Hemmatzadeh F, Trott DJ. 2023. Antimicrobial susceptibility and molecular characteristics of *Mycoplasma bovis* isolated from cases of bovine respiratory disease in Australian feedlot cattle. Vet Microbiol. 283:109779.

EPIDEMIOLOGIA Y CONTROL DEL CRB EN LOS CEBADEROS CUANDO ESTÁ IMPLICADO *MYCOPLASMA BOVIS*

Epidemiology and control of bovine respiratory disease in feedlots when *Mycoplasma bovis* is involved.

Christian De la Fe*, Xóchitl Hernández, Antonio Sánchez, Joaquín Amores, Juan Carlos Corrales

Grupo de Investigación Sanidad de Rumiantes, Departamento de Sanidad Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia, España

*E-mail: cdelafe@um.es

Introducción

Mycoplasma bovis (Mb) se ha convertido en uno de los agentes de mayor importancia socioeconómica en el complejo respiratorio bovino (CRB) en los terneros europeos (Maunsell y Donovall, 2009). La naturaleza multifactorial de este tipo de procesos, la elevada difusión del agente en países europeos como Francia o España, las características intrínsecas de los micoplasmas -y de Mb en particular-, o la compleja etiología y epidemiología del propio síndrome respiratorio, explican la importancia creciente de Mb en el CRB en todo el mundo y las dificultades de establecer medidas de control que resulten eficaces a la hora de prevenir las manifestaciones clínicas del mismo (Becker et al., 2020, García-Galán et al., 2021, Hasoon et al., 2023).

Todos los factores influyen, comenzando por las propias condiciones a las que son sometidos los terneros desde el momento de su nacimiento, comenzando por el encalostramiento y continuando con todas las medidas de manejo y profilaxis que puedan establecerse a lo largo del tiempo que transcurre hasta su llegada a los cebaderos (Corrales et al., 2023). Dependiendo de la edad y el tipo de manejo, todos los factores que puedan estar ligados a cambios en la alimentación, la temperatura u otras condiciones climáticas, pueden ser importantes en la susceptibilidad de los animales a la hora de desarrollar el CRB. Debemos tener en cuenta la complejidad y la enorme variedad de agentes -virus y bacterias principalmente- a los que deben enfrentarse los animales jóvenes, agentes que pueden generar una infección a cualquier nivel del tracto respiratorio. Lo que hace que otros factores como la mezcla de individuos en los centros de concentración o el estrés del trasporte, generen un efecto sinérgico muy perjudicial. Dependiendo de todo este conjunto de factores y de como como haya sido “este camino previo”, serán mayores o menores las posibilidades de sufrir un proceso clínico respiratorio más o menos importante poco tiempo después de su llegada a los cebaderos (Becker et al., 2020, García-Galán et al., 2021, Hasoon et al., 2023). Evidentemente, ya allí, son múltiples los factores que, obviamente, también pueden tener una influencia importante a la hora de la presentación clínica del CRB.

El papel epidemiológico creciente de *Mycoplasma bovis*

Diversos trabajos han evidenciado la importancia creciente de Mb en la sintomatología respiratoria que se presenta en los cebaderos en diversos puntos de Europa y su participación en las neumonías crónicas que no responden a los tratamientos.

En Francia, los trabajos realizados por Becker et al., 2020, evidenciaron la participación del agente en los problemas respiratorios de 18 de 21 de los cebaderos analizados, detectándose su presencia principalmente en el momento álgido de presentación de la sintomatología respiratoria en los individuos.

En esa misma línea, en España, donde el subtipo predominante es el ST-3, los trabajos realizados sobre un conjunto de terneros afectados por CRB sin respuesta a los antimicrobianos, confirman la importancia de Mb en la etiología, al estar presente en prácticamente el 90% de los animales analizados. En la mayoría de los casos, el análisis *in vitro* de la sensibilidad a los antimicrobianos de las cepas aisladas durante la necropsia confirmó su multiresistencia y su nula sensibilidad al tratamiento utilizado *in vivo*.

Los diferentes patrones lesionales observados, también confirman que, en la mayor parte de los casos, Mb ejerce su acción sinérgica con otros virus y bacterias, que, junto a los factores ya explicados con anterioridad, pueden explicar el desenlace fatal de los casos analizados. En efecto, la bronconeumonía caseonecrótica, típicamente asociada con infecciones por Mb, se observó en 16 animales. La bronconeumonía supurativa, que suele atribuirse a infecciones por *P. multocida y T. pyogenes*, y,

en ocasiones, a Mb, se observó en 17 animales. La bronconeumonía fibrinosa, característica de infecciones por *M. haemolytica* y, en menor medida *H. sommni*, se observó en 15 animales y la neumonía intersticial, típica de los virus, junto células sincitiales, características del BRSV, se detectaron en 11 animales (García-Galán et al., 2021).

La dinámica de la infección por *Mycoplasma bovis* ¿qué sucede en los cebaderos?

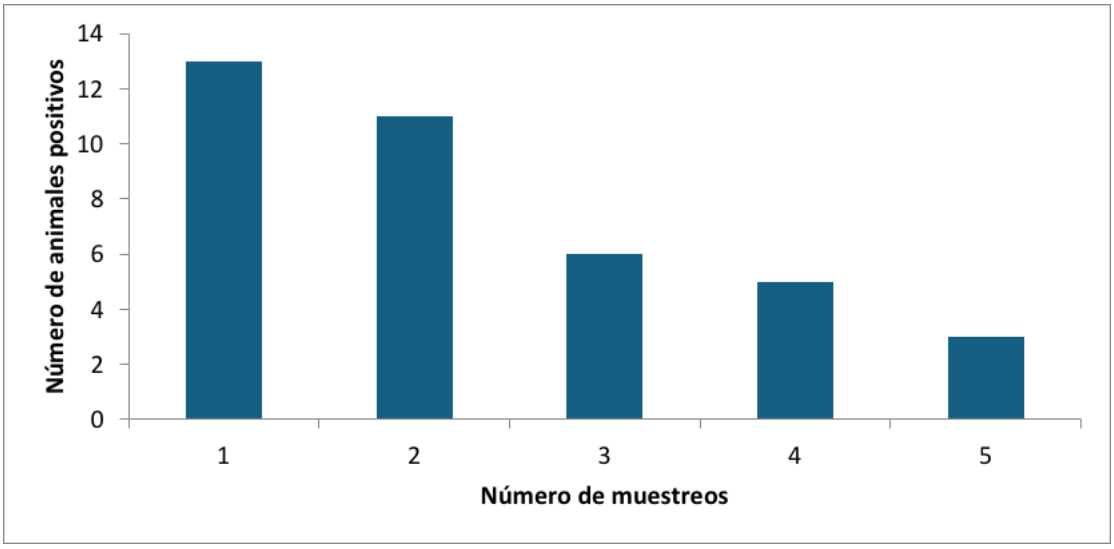
En el caso de Mb, la infección de los terneros puede producirse en el mismo momento del nacimiento, a través del calostro contaminado que ya toman directamente de sus madres. En los últimos años, diversos trabajos desarrollados en España han evidenciado la presencia de este microorganismo en muchos de los terneros pasteros que llegan a los cebaderos, si bien, la presencia de terneros mamones infectados no es infrecuente en ese momento. La presencia de Mb en procesos de mamitis clínica o subclínica en muestras recogidas en los rebaños de aptitud láctea de diversas regiones de nuestro país parece estar en consonancia con la detección de esos individuos portadores asintomáticos entre los terneros mamones (García-Galán et al., 2020).

Una vez se produce la entrada y se conforman los lotes, los primeros datos procedentes del seguimiento microbiológico de una serie de lotes sitos en diferentes zonas de España ha evidenciado que el número de portadores de Mb a la llegada a los cebaderos no es constante, existiendo grupos que llegan con una alta prevalencia de la infección mientras que, en otros, ni siquiera se detecta su presencia (García-Galán et al., 2020, Corrales et al., 2024). El momento exacto en el que puede haberse producido la infección con anterioridad, no se ha determinado.

Sin tener aun claro el efecto que puede ocasionar la presencia de un número mayor o menor de portadores al comienzo del cebo, en algunos casos, la presencia de un número elevado de portadores de Mb se ha asociado a la presentación de una sintomatología respiratoria más grave y temprana en el lote al que pertenecen, si bien, hacen falta más datos que corroboren esta hipótesis. En estos casos en que se produce la presentación más rápida de la sintomatología, el uso de antimicrobianos al objeto de paliar la clínica observada también podría tener un efecto directo en el diagnóstico de micoplasmas *a posteriori*, produciéndose la disminución del número de individuos diagnosticados como infectados por Mb, lo que estaría en consonancia con los datos obtenidos en Francia (Becker et al., 2020).

Es importante indicar que la cura bacteriológica es raramente alcanzable en los animales infectados por Mb. En este sentido, la disminución en el porcentaje de aislamientos de micoplasmas, más que asociada a una posible eliminación del microorganismo, habría que considerarla asociada a una menor carga de micoplasmas en estos casos, unas semanas después del tratamiento. En esos casos, los datos sugieren que habría que afinar el tiempo de diagnóstico antes de descartar la presencia de micoplasmas (Becker et al., 2020, García-Galán et al., 2021). Además, en este sentido, hay que tener en cuenta que el número de animales que resultan positivos en varios muestreos no es siempre el mismo, y puede condicionar el resultado del diagnóstico, que en ocasiones pueden resultar falsos negativos (Figura 1).

Distribución del número de animales infectados por *M. bovis* (n=38) según el número de muestreos con resultado positivo



También es importante la variabilidad de Mb a la que se enfrentan los individuos en esos momentos, que hace que los animales deban enfrentarse a diferentes "tipos de Mb" durante su estancia en los cebaderos. En Francia, mediante la clasificación de los microorganismos en función de su perfil *ST-polC* (Becker et al., 2015), la circulación de los subtipos ST-2 -el más prevalente- y ST-3, los más comunes, se ha detectado al mismo tiempo en animales del mismo lote e incluso del mismo animal. No es infrecuente tampoco que a lo largo del periodo del cebo los animales cambien de subtipo, aunque también puede permanecer el mismo, lo que indica que la presencia de infecciones endémicas en los cebaderos es común.

Ello implica que, en ocasiones, como ya indicamos, los animales no sólo deban enfrentarse a las infecciones que porten o puedan adquirir tanto antes como a su llegada a los cebaderos, sino que también deban enfrentarse con posterioridad a los subtipos que circulan permanentemente en estos colectivos (Becker et al., 2020). En este sentido, en España, la existencia de 2 biotipos circulantes (ST-2 y ST-3) con diferente susceptibilidad a las flouroquinolonas, ha abierto la puerta al uso de tratamientos dirigidos en el caso de la presencia del subtipo ST-2 (García-Galán et al., 2020), un factor, sin embargo, que puede verse influenciado por la reciente detección de un tercer subtipo, el ST-1, que presenta una sensibilidad variable a este tipo de antimicrobianos (datos no publicados).

Mención aparte merece la eficacia del uso de los antibióticos en los terneros afectados. Los datos obtenidos por diversos estudios a lo largo de la última década evidencian un incremento sustancial de la resistencia a los antimicrobianos de los aislamientos de Mb (Gautier-Bouchardon et al., 2014). En este sentido, este incremento de las resistencias frente a los antimicrobianos y las mencionadas diferencias fenotípicas detectadas, sugieren la necesidad de caracterizar la sensibilidad a los antimicrobianos en los aislamientos específicos de Mb. No obstante, el tiempo de crecimiento y adaptación de los microorganismos para poder realizar la prueba es un hándicap, pensando en el tiempo que deberían estar los individuos sin que se les suministre ningún tratamiento. En este sentido, disponer de datos previos en referencia a la sensibilidad, puede agilizar el procedimiento o al menos ayudar a la hora de realizar la toma de decisiones respecto al antimicrobiano a utilizar en caso necesario.

Desafortunadamente, los datos obtenidos hasta 2023, evidencian la presencia de un elevado porcentaje de aislamientos de Mb que deben considerarse multiresistentes a un elevado grupo de antimicrobianos entre los que podemos incluir los macrólidos, las lincosamidas o las tetraciclinas, lo cual limita mucho el espectro de acción de estos (Becker et al., 2020; García-Galán et al., 2020), y puede explicar los fallos terapéuticos detectados (García-Galán et al., 2021).

El trabajo previo…fundamental para el control de *Mycoplasma bovis*

Teniendo en cuenta la complejidad de controlar la infección por Mb en los cebaderos mediante el uso de antimicrobianos, el trabajo con los animales en origen se antoja fundamental para disminuir el riesgo de presentación de episodios complejos del CRB. En este sentido, limitar la infección en las madres y la transmisión a los terneros es el primer paso donde podemos

trabajar, si bien, es complejo en muchos de los casos. Requeriría la adopción de medidas como el tratamiento del calostro -y el correcto encalostramiento de los animales- y la limitación del contacto, principalmente directo (Corrales et al., 2023).

No todos los animales llegan infectados a los cebaderos, por lo que, en este sentido, en el caso de Mb, la selección de animales procedentes de ganaderías donde no se registre la presencia del agente es fundamental. En este sentido, y teniendo en cuenta que todo el proceso de acondicionamiento de los animales es importante, la entrada de individuos al cebo de un solo origen, o que no conlleve la mezcla de individuos de muy diversa procedencia, es un aspecto para trabajar que puede limitar la presentación clínica de la infección. Los trabajos preliminares desarrollados durante las primeras semanas de trabajo en los cebaderos sugieren que si un lote se forma con muchos individuos infectados por Mb (en el t0), las posibilidades de sufrir CRB parecen incrementarse. Ahí, otros microorganismos, como las pasteurelas parecen actuar conjuntamente con los micoplasmas, quedando por elucidar, el posible papel de otros virus y bacterias como cofactores del proceso (Corrales et al., 2024).

A nivel diagnóstico, también es importante mencionar que otros micoplasmas pueden estar presentes al principio del cebo, lo que complica el manejo de los procedimientos y requiere de las medidas apropiadas para garantizar del diagnóstico a nivel de especie. Así, por ejemplo, *Mycoplasma bovirhinis* es un agente infeccioso que afecta al ganado bovino asociado principalmente con problemas de neumonía en bovinos, si bien, siempre se le ha atribuido un papel epidemiológico muy secundario en comparación con otros patógenos primarios implicados en el CRB, dada su aparente imposibilidad de ocasionar síntomas clínicos en solitario (García-Galán et al., 2019; Gourlay et al., 1979).

Una vez se encuentran en los cebaderos, los animales, infectados o no por Mb, van a contactar a lo largo del primer mes tanto con los aislamientos que puedan portar sus compañeros de lote como con las cepas que ya circulen de un modo endémico en los cebaderos. La realización de una cuarentena y el alojamiento de los individuos en corrales limpios y desinfectados donde se haya hecho un correcto vacío sanitario es importante, pero en muchas ocasiones, no se realiza. Aunque los datos de viabilidad del microorganismo en el exterior del animal son escasos, y aun considerando que la ausencia de pared celular ayuda a que su supervivencia no sea de larga duración, la transmisión indirecta no puede descartarse, y por tanto, por tanto, las medidas de desinfección deberían realizarse siempre (Becker et al., 2020, Corrales et al., 2023).

Está por ver el efecto que ocasionan las vacunas inactivadas introducidas recientemente en el mercado. Mb dispone de una serie de mecanismos de variabilidad que le ayudan a perpetuar la infección en el hospedador. La variabilidad antigénica, la formación de biofilms, la transferencia de elementos móviles o incluso de elementos del genoma de mayor tamaño, ha sido demostrada incluso *in vivo*, lo que genera muchas dudas en referencia a su posible eficacia. En todo caso, el uso de vacunas infectadas estaría orientado a la reducción de los síntomas, ya que la eficacia de este tipo de vacunas a la hora de prevenir la infección se ha observado muy limitada en todas las especies en las que han sido utilizadas.

Agradecimientos

El trabajo del grupo de investigación Sanidad de Rumiantes en el Complejo respiratorio bovino se desarrolla gracias a Los trabajos que se están desarrollando se enmarcan en el Proyecto financiado por la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia a través de la convocatoria de Ayudas a proyectos para el desarrollo de investigación científica y técnica por grupos competitivos, incluida en el Programa Regional de Fomento de la Investigación Científica y Técnica (Plan de Actuación 2022) de la Fundación Séneca-Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia (Proyecto SENECA 22034/PI/22), con la colaboración directa de las siguientes empresas: Juan Jiménez García S.A.U.; BOS NOSTRUM S.L., ADS de bovino de Lorca y Cargill SLU CPN España.

Referencias

Becker CAM, Ambroset C, Huleux A, Vialatte A, Colin A, Tricot A, Arcangioli MA, Tardy F. 2015. Monitoring Mycoplasma bovis Diversity and Antimicrobial Susceptibility in Calf Feedlots Undergoing a Respiratory Disease Outbreak. Pathogens 2020, 9, 593;

Becker CAM, Ambroset C, Huleux A, Vialatte A, Colin A, Tricot A, Arcangioli MA, Tardy F. 2020. Monitoring *Mycoplasma bovis* Diversity and Antimicrobial Susceptibility in Calf Feedlots Undergoing a Respiratory Disease Outbreak. Pathogens. 9(7):593.

Corrales JC, Amores J, Hernández X, Alcázar J, Sánchez A, Fernández A, Luján G, del Olmo D, Ramírez H, Nouvel X, Baranowski E, García-Galán A, Panales P, Hernández E, Sánchez A y de la Fe C. 2023. Caracterizando el papel epidemiológico de Mycoplasma bovis para mejorar el control del complejo respiratorio bovino. 2023. Ruminews, diciembre 2023, 2-7.

Corrales JC, Amores J, Hernández X, Alcázar J, Sánchez A, Fernández A, Luján G, del Olmo D, Ramírez H, Nouvel X, Baranowski E, García-Galán A, Panales P, Hernández E, Sánchez A y de la Fe C. 2023. Evolución y variabilidad del número de individuos infectados por *M. bovis* en las primeras semanas de cebo. 2024. XXVI Congreso Internacional ANEMBE de medicina bovina.

Gautier-Bouchardon AV, Ferré S, Le Grand D, Paoli A, Gay E, Poumarat F. 2014. Overall decrease in the susceptibility of Mycoplasma bovis to antimicrobials over the past 30 years in France. PLoS One. 9(2):e87672.

García-Galán A, Gómez-Martín A, García A, Tatay- Dualde J, Prats-van der Ham M, Álcazar J, Sánchez A, Contreras A, Mas A y De la Fe C. 2019. Mycoplasma bovirhinis está presente en el tracto respiratorio de terneros españoles al inicio del cebo. XXIV Congreso Internacional ANEMBE de Medicina Bovina. Sevilla, España.

García-Galán A, Nouvel LX, Baranowski E, Gómez-Martín Á, Sánchez A, Citti C, de la Fe C. 2020. *Mycoplasma bovis* in Spanish Cattle Herds: Two Groups of Multiresistant Isolates Predominate, with One Remaining Susceptible to Fluoroquinolones. Pathogens. 9(7):545.

García-Galán A, Seva J, Gómez-Martín Á, Ortega J, Rodríguez F, García-Muñoz Á, De la Fe C. 2021. Importance and Antimicrobial Resistance of *Mycoplasma bovis* in Clinical Respiratory Disease in Feedlot Calves. Animals (Basel), 11(5):1470.

García-Galán A, Baranowski E, Hygonenq MC, Walch M, Croville G, Citti C, De la Fe C, Nouvel LX. 2022. Genome Mosaicism in Field Strains of *Mycoplasma bovis* as Footprints of In-Host Horizontal Chromosomal Transfer. Appl Environ Microbiol. 2022 Jan 11;88(1):e0166121.

Gourlay RN, Howard CJ, Thomas LH, Wyld SG., 1979. Pathogenicity of some Mycoplasma and Acholeplasma species in the lungs of gnotobiotic calves. Res in Vet Sci, 27, 233– 237.

Hasoon MF, Jarocki VM, Mohammed MH, Djordjevic SP, Yip HYE, Carr M, Khabiri A, Azari AA, Amanollahi R, Jozani RJ, Carracher B, Mollinger J, Deutscher AT, Hemmatzadeh F, Trott DJ. 2023. Antimicrobial susceptibility and molecular characteristics of *Mycoplasma bovis* isolated from cases of bovine respiratory disease in Australian feedlot cattle. Vet Microbiol. 283:109779.

LA BIOSEGURIDAD EN LAS GRANJAS DE VACA NODRIZA: LECCIONES APRENDIDAS Y PUNTOS CRÍTICOS

L.M. Ortega-Mora y E. Collantes-Fernández

Grupo SALUVET, Departamento de Sanidad Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid, Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid, España. saluvet@ucm.es

La importancia de la bioseguridad en los sistemas de producción bovinos.

En los últimos 25 años, la medicina veterinaria ha experimentado un cambio significativo, donde la prevención de enfermedades del rebaño ha superado en importancia a la medicina individual (LeBlanc et al., 2006). La bioseguridad, definida como el conjunto de estrategias para evitar la entrada de enfermedades y agentes patógenos en las explotaciones, así como para prevenir la transmisión de enfermedades entre los animales de una misma granja (Mee et al., 2012; Sahlström et al., 2014), ha ido cobrando importancia como instrumento clave pare el control de las enfermedades transmisibles y en los programas de uso responsable de medicamentos.

Este énfasis en la bioseguridad se encuentra claramente recogido en el espíritu del reglamento (UE) 2016/429 sobre enfermedades transmisibles de los animales, conocido popularmente como “ley de sanidad animal" que es aplicable en España desde el 21 de abril de 2021 (Reglamento UE 2016/429 de 9 de marzo de 2016). La ley de sanidad animal forma parte de un paquete de medidas legislativas propuestas por la Comisión Europea en mayo de 2013 para reforzar la aplicación de las normas de sanidad y seguridad en toda la cadena agroalimentaria y está integrada en la “Estrategia de Sanidad Animal 2007-2013” que tiene como lema "más vale prevenir que curar". Esta cita atribuida a Desiderio Erasmo (en torno al año 1500 d.C.) ciertamente debe aplicarse tanto a la salud humana como a la sanidad animal, englobadas en la actualidad junto con la sanidad ambiental, dentro del concepto de “Una Única Salud”.

Los beneficios teóricos de aplicar medidas de bioseguridad (**MBS**) incluyen una mayor eficiencia productiva, mejor bienestar animal, mejora en la respuesta inmunitaria tras la vacunación, control de las zoonosis y una mayor satisfacción personal del ganadero (Brennan y Christley, 2012). De hecho, la necesidad de reducir el impacto de aquellas enfermedades que no están reguladas por las administraciones, pero que están ampliamente distribuidas en las poblaciones de ganado bovino y originan importantes pérdidas productivas, ha propiciado también una predisposición creciente para su establecimiento y desarrollo (Dargatz et al., 2002).

La adopción de **MBS** en la producción ganadera se ha fortalecido a lo largo de los años, especialmente en los sistemas más intensivos como el porcino y el avícola. Sin embargo, el nivel de implementación en las granjas bovinas sigue siendo particularmente bajo y se enfrenta a múltiples desafíos (Lavilla Nuñez et al., 2017; Renault et al., 2021). Para mejorar su implantación se requiere un mayor diálogo entre los diferentes integrantes del sistema y el acuerdo de metas y objetivos compartidos, considerando la sanidad animal, la salud pública y el ambiente, así como los aspectos socioeconómicos y los factores culturales. Además, convendría definir con mayor detalle los protocolos a seguir, adaptados a cada zona y tipo de producción y realizar estudios de rentabilidad para identificar las **MBS** más importantes y convencer a las partes interesadas sobre su utilidad y beneficios (Renault et al., 2021).

El veterinario de explotación: funciones en la bioseguridad.

Un paso más en el desarrollo de la estrategia europea de sanidad animal ha sido el establecimiento de la figura del veterinario de explotación que se recoge en el Real Decreto 364/2023 en el que se promulgan las bases de desarrollo de la normativa de la Unión Europea de sanidad animal (BOE núm. 117, de 17 de mayo de 2023). En el mismo, se regulan las obligaciones de vigilancia del titular de la granja y se define el Plan Sanitario Integral de las explotaciones ganaderas.

Este Plan incluye tres componentes principales: a) Medidas sobre higiene y bioseguridad; b) un Plan sanitario; y c) un Plan para el uso racional de medicamentos. Los puntos principales de cada uno de ellos se describen, brevemente, a continuación:

a) Medidas sobre higiene y bioseguridad que debe incluir los siguientes apartados:

- Acceso de vehículos y de animales ajenos a la explotación, estableciendo los procedimientos de inspección a la entrada.
- Acceso de personas, tanto trabajadores como visitas.
- Control de la alimentación animal y suministro de agua de calidad.
- Protocolos para un adecuado manejo, incluyendo la separación de los animales enfermos y en cuarentena.
- Procedimientos y pautas para la revisión de las instalaciones.
- Plan de limpieza, desinfección, desinsectación y desratización
- Plan de gestión de residuos sanitarios, incluyendo la recogida y almacenamiento de cadáveres y subproductos animales no destinados a consumo humano).

b) Plan Sanitario, que a su vez debe contemplar:

- Plan de vigilancia y control de parásitos.
- Protocolo de vigilancia del estado sanitario de los animales, contemplando un programa de muestreo frente a las enfermedades que se deban controlar en la explotación.
- Plan de vacunación.

c) Plan para el uso racional de medicamentos veterinarios, haciendo especial hincapié en el consumo de antibióticos.

El objetivo de esta presentación es revisar la información disponible sobre **MBS** en ganado bovino y, en especial, en las granjas de vaca nodriza como punto de partida para proponer una estrategia que permita desarrollar un plan de bioseguridad adaptado a las particulares circunstancias de las mismas.

Lecciones aprendidas sobre la bioseguridad: componentes, protocolos en el vacuno lechero e información existente sobre las MBS en la vaca nodriza.

La bioseguridad en las granjas bovinas incluye las medidas que pueden implementar los ganaderos en sus granjas para gestionar los riesgos de enfermedades en sus instalaciones y comprende dos componentes: la biocontención o bioseguridad interna que se relaciona con las medidas para limitar la difusión de patógenos dentro de la propia granja, y la bioexclusión o bioseguridad externa que se refiere a las medidas de prevención para evitar la introducción de patógenos externos en la explotación (Mee et al., 2012). Sin embargo, recientemente, se ha propuesto la división de la bioseguridad en cinco compartimentos: (i) bioexclusión, **MBS** que previenen la introducción de un patógeno en una granja, (ii) biocompartimentación, **MBS** que previenen la propagación de un patógeno dentro de la granja, (iii) biocontención, **MBS** que previenen la propagación del patógeno a otras granjas o instalaciones, (iv) bioprevención, **MBS** que previenen la propagación de patógenos zoonósicos a los humanos, y (v) biopreservación, **MBS** que previene la contaminación ambiental. Cada **MBS** puede estar relacionada con uno o varios compartimentos de bioseguridad. Por ejemplo, la cuarentena de los animales recién comprados contribuye a la bioexclusión, mientras que un sistema adecuado de eliminación de cadáveres contribuye a la biocompartimentación, la biocontención, la bioprevención y la biopreservación. Algunas MBS son obligatorias (por ejemplo, las incluidas en el programa de control y erradicación de la tuberculosis bovina) mientras que otras pueden ponerse en marcha de forma voluntaria (Fig. 1) (Renault et al., 2021).

Figura 1 (adaptada de Renault et al., 2021). La bioseguridad y sus cinco compartimentos.

La ejecución de un plan de bioseguridad en la granja requiere tanto del conocimiento del sistema de explotación como de los principales patógenos presentes o que constituyen una amenaza (Sayers, 2014). Además, cualquier programa de bioseguridad debe estar acorde con las posibilidades económicas de la granja y ser fácilmente adaptable a las situaciones específicas de cada explotación, ya que, en caso contrario, las medidas propuestas se verán como un gasto innecesario e ineficaz (Brennan y Christley, 2012). En una revisión de hace unos años se realizaba un análisis DAFO en el que se resumían las dificultades y los beneficios de implantar un plan de bioseguridad en las explotaciones de vacuno (Lavilla-Núñez et al., 2017) (Tabla 1).

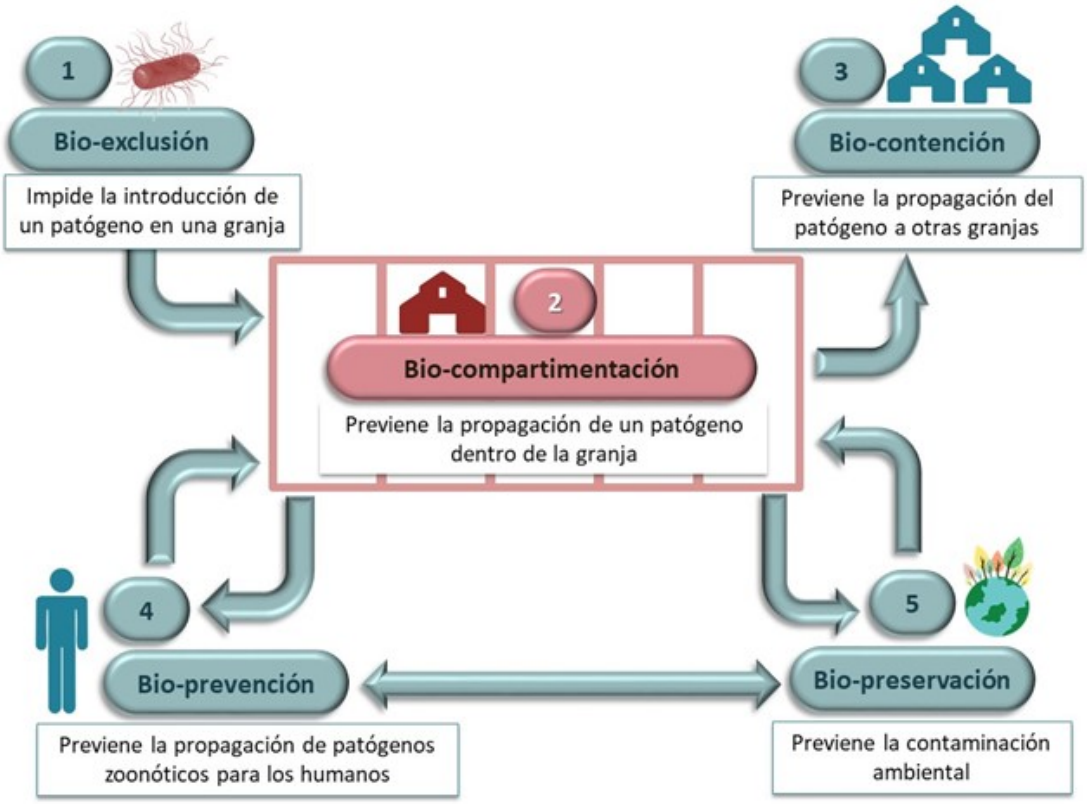


Tabla 1. Análisis DAFO de la implantación de medidas de bioseguridad en las granjas bovinas (Lavilla-Núñez et al., 2017).

FACTORES INTERNOS	**FACTORES EXTERNOS**
Debilidades	**Amenazas**
Inversión económica Tiempo y formación Cambios de hábitos	Aparición de brotes de enfermedad Exigencias sanitarias Fluctuaciones comerciales
Fortalezas	**Oportunidades**

Mejora de la sanidad animal Reducción de pérdidas económicas Mayor eficacia productiva y bienestar animal Mayor satisfacción personal del ganadero	Mejorar las opciones comerciales Mejorar la imagen del sector en la sociedad Conseguir declararse libre de enfermedades Mejorar la bioseguridad nacional

Desde hace más de una década, se han establecido para el vacuno lechero los principales riesgos de entrada de enfermedades (Fig. 2) y los pasos a seguir para el establecimiento de un programa de bioseguridad (Tabla 2).

Figura 2. Principales riesgos de introducción de enfermedades transmisibles en el rebaño (adaptada de "Bioexclusion: keeping infectious diseases out of your herd, http://www.AnimalHealthIreland.ie ").

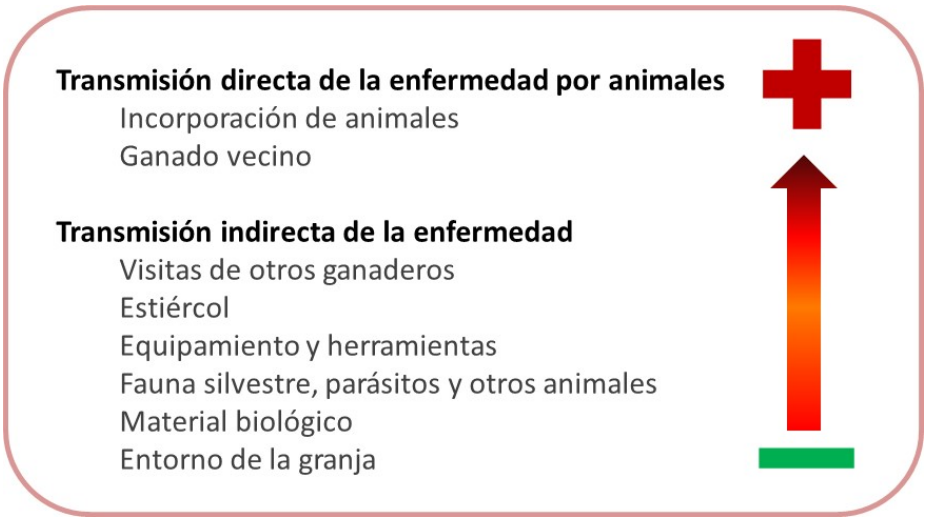


Tabla 2. Pasos principales para poner en marcha un plan de bioseguridad en una ganadería de leche (adaptada de Boersema et al., 2010 y con modificaciones propias).

Paso 1	Hacer la ganadería lo más cerrada posible.
Paso 2	Identificar las principales enfermedades infecciosas y sus factores de riesgo.
Paso 3	Definir las secciones/unidades de la granja: para una mejor gestión estructural y de manejo. Identificar y delimitar zonas.
Paso 4	Diseñar e implementar un protocolo de entrada de animales (cuarentena, analíticas) y de visitas.
Paso 5	Diseñar una guía de Buenas Prácticas para las siguientes áreas: Postparto, ordeño, secado, etc. Reproducción. Alimentación y suministro de agua. DDD. Manejo de estiércol, purines y cadáveres. Movimiento de vehículos y personas y utilización de herramientas y equipos.

Paso 6	Diseñar e implementar un programa sanitario (vacunaciones, desparasitaciones, etc.).
Paso 7	Diseñar y establecer un protocolo de monitorización.
Paso 8	Establecer instrucciones para el personal por escrito, asignar responsabilidades y evaluar conductas.
Paso 9	Desarrollar un programa de entrenamiento "in situ" (manejo del ternero, partos, ordeño, etc.).
Paso 10	Programar reuniones del equipo para determinar puntos críticos, detectar incumplimientos y reajustar el plan de bioseguridad.

Muchos de estos puntos podemos adaptarlos a las granjas de nodrizas directamente ya que los principales mecanismos de transmisión de enfermedades se mantienen en ambos tipos de situaciones. Es importante resaltar, entre ellos: i) la importancia de mantener la granja lo más cerrada posible; ii) la necesidad de protocolizar por escrito los procedimientos; y iii) la relevancia de involucrar (y formar) al personal trabajador de la granja.

A pesar de disponer de información abundante para la puesta en marcha de estos programas, los datos existentes muestran una baja implementación en España. Una encuesta realizada en 98 explotaciones de ganado vacuno lechero en Galicia en 2007, mostró que aunque más del 50% de las granjas incorporaban nuevos animales al rebaño, tan sólo el 5% realizaba una cuarentena adecuada (Yus Respaldiza y col., 2014). Otro estudio encaminado a caracterizar la aplicación de las **MBS** relacionadas con algunas enfermedades relevantes como la diarrea vírica bovina (DVB) y la rinotraqueítis infecciosa bovina (IBR) (Villaamil et al., 2020) recogió datos sobre **MBS** en 124 rebaños lecheros de Galicia y Cataluña y se evaluó su estado sanitario mediante la detección de anticuerpos. El estudio indicó que existen fallos graves en la aplicación de **MBS** en las granjas estudiadas y se resaltó las diferencias regionales y relacionadas con el tamaño de los rebaños en la implementación de dichas medidas (Villamil et al., 2020).

En la vaca nodriza, los datos sobre la utilización y desarrollo de los programas de bioseguridad son todavía más limitados. Con el objetivo de conocer las **MBS** en explotaciones de vacas nodrizas en nuestro país, hemos llevado a cabo en el grupo SALUVET tres estudios. En el primer estudio en el año 2016, se realizó una encuesta de bioseguridad a 83 explotaciones de la raza Asturiana de la Montaña (AM) pertenecientes al Principado de Asturias y donde además se cuantificó el riesgo de entrada en el rebaño de las enfermedades venéreas (Tapiolas, 2016). En 2018, como primer paso del programa de control de IBR y BVD en Castilla-La Mancha y en colaboración con el Servicio de Sanidad Animal de esa CC.AA. se planteó la realización de una encuesta de bioseguridad por parte del personal veterinario de las Agrupaciones de Defensa Sanitaria Ganaderas (ADSG) en 72 explotaciones de Toledo (datos propios). Más recientemente, en 2022 se caracterizaron diferentes **MBS** en 31 explotaciones situadas en la Sierra de Guadarrama (Madrid) como consecuencia de la aparición de un brote de tricomonosis bovina y se evaluaron diferentes factores de riesgo que pudieron favorecer la entrada y diseminación de esta enfermedad (Salinas et al., 2022). Los resultados más destacados de estas encuestas se irán comentando en el apartado siguiente, pero como elemento común a todas ellas se evidenció una escasa o nula implementación de **MBS** (tanto externa como interna), destacando las deficiencias en el manejo de la entrada de nuevos animales a las explotaciones, así como, en la realización adecuada de cuarentenas. En las encuestas de bioseguridad de Castilla-La Mancha, resaltaríamos además el desconocimiento generalizado de las enfermedades de IBR y BVD por parte de los ganaderos.

Características de los programas de bioseguridad en las ganaderías de vaca nodriza: componentes comunes y específicos en cada zona.

Como se ha mencionado, cualquier plan de bioseguridad debe valorar los riesgos relacionados con el sistema de producción donde se implementará. El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación ha clasificado los sistemas de producción de vaca nodriza en: i) sistema de la dehesa, ii) sistema de montaña y iii) sistemas no montañosos de la España húmeda (http://www.mapama.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/sectores-ganaderos/vacuno-de-carne/default.aspx). Debido a las características del manejo de los animales en estos sistemas de producción, los principales

riesgos sanitarios están relacionados con la realización de pastoreo durante la mayor parte de la vida productiva de los animales, la práctica de la monta natural y el contacto con la fauna silvestre y la exposición a vectores. En los sistemas de montaña hay que añadir también como un factor de riesgo sanitario, especialmente importante, la utilización de pastos comunales (Rojo-Montejo et al., 2016).

La monta natural. En las explotaciones de vaca nodriza de España, la monta natural es el método de cubrición más frecuente, y debido a esto, el riesgo de entrada y diseminación de las enfermedades de transmisión sexual es elevado. Dentro de estas enfermedades debemos destacar la tricomonosis, la campilobacteriosis genital bovina, la balanopostitis infecciosa bovina/IBR y la DVB, por presentar un riesgo alto al ser enfermedades ampliamente distribuidas en nuestro país y ocasionar pérdidas económicas importantes al asociarse a fallo reproductivo en la hembra. Asimismo, la besnoitiosis bovina, si bien no es una enfermedad de transmisión sexual, su transmisión se ve también favorecida durante la monta por contacto directo. La infección produce subfertilidad o esterilidad en el macho y es una enfermedad en expansión en España y Europa.

Para prevenir la entrada y transmisión de estas enfermedades, el control sanitario del toro es una pieza clave en un plan de bioseguridad. Recientemente, se han revisado los parámetros a tener en cuenta en el examen sanitario del semental (https://produccionanimal.com/online/vart/) y que forma parte de la metodología utilizada para la valoración de la aptitud reproductiva del toro (VART) conocida también como “Bull Breeding Soundness Evaluation” (BBSE). Como parte del mismo, debe realizarse un examen del estado general del toro, de los órganos reproductores, del eyaculado y las pruebas de laboratorio necesarias, con el objetivo de detectar cualquier infección/enfermedad en el semental. Asimismo, el semental debe seguir el programa de desparasitación y vacunación que se tenga establecido en la explotación. Por su parte, se debe potenciar el uso de toros y novillas vírgenes como reposición o, en caso contrario, realización de un diagnóstico previo a la entrada en el rebaño.

Como ejemplo, en explotaciones de vacas nodrizas de sistemas de montaña españolas, sólo el 16,5% de los ganaderos de rebaños de la raza AM realizaba cuarentena a las nuevas incorporaciones, un 16,7% adquiría los sementales con garantía sanitaria y tan solo un 7,8% realizaban pruebas a toros de reciente incorporación por cuenta propia (Tapiolas, 2016). Casi la totalidad de estas explotaciones presentaban un riesgo muy alto de entrada de la tricomonosis por la incorporación de sementales de estado sanitario desconocido y el uso de pastos comunales. En esta raza, hemos descrito prevalencias de rebaño de esta enfermedad hasta del 40% (Mendoza-Ibarra et al., 2012). En las encuestas de bioseguridad realizadas en explotaciones de Toledo del sistema de dehesa adscritas al plan de control de IBR/BVD de Castilla-La Mancha los resultados fueron muy similares, observándose medidas insuficientes en la entrada de toros reproductores y en la realización de cuarentenas. El 81,9% de los ganaderos que incorporan animales no controlan el estado sanitario de los animales que entran a su explotación y solo un 26% de las explotaciones que incorporan animales realizan cuarentena.

Tabla 3. Riesgos asociados a las prácticas más comunes de reemplazo de sementales en relación a DVB, IBR, tricomonosis, campilobacteriosis genital bovina y besnoitiosis.

Prácticas más comunes de reemplazo de sementales	DVB	IBR	Tricomonosis Campilobacteriosis	Besnoitiosis
Comprar toros vírgenes de granjas negativas	Insignificante	Insignificante	Insignificante	Insignificante (en zonas no endémicas)
Comprar toros que hayan servido en otros rebaños	**Moderado**	**Moderado**	**Alto**	**Alto** (en zonas endémicas)
Compartir toros	**Moderado**	**Moderado**	**Alto**	**Alto**

con rebaños de estado sanitario desconocido				(en zonas endémicas)
Comprar toros analizados y no respetar cuarentena	**Moderado**	**Moderado**	Insignificante	**Moderado**
Criar toros de madres de granjas de estado sanitario desconocido	**Alto**	**Moderado**	Insignificante	Insignificante (en zonas no endémicas)

Parasitosis asociadas al pastoreo y exposición a vectores. El pastoreo constituye una de las bases fundamentales de estos sistemas de explotación y, por ello, las helmintosis digestivas constituyen una de las principales causas de pérdidas (Moreno-Gonzalo y Ferre, 2016). Los programas de control frente a estas parasitosis deben diseñarse de manera individual para cada explotación, en función del tipo de manejo y la climatología de la zona. El control estratégico se basa en el conocimiento de las épocas de mayor riesgo de infección y en la utilización de indicadores diagnósticos. Los periodos de mayor riesgo de infección dependerán de la región, pero en general siguen un modelo bimodal (primavera y otoño) en los nematodos gastrointestinales o existe un marcado incremento en otoño en el caso de *Fasciola hepatica*. Las técnicas diagnósticas más utilizadas son el análisis coprológico y los métodos inmunológicos. El principal problema del análisis coprológico se debe a la escasa relación entre la carga parasitaria y los recuentos de huevos en heces en los animales adultos. Los métodos inmunológicos, que permiten la detección de anticuerpos específicos frente a *Ostertagia ostertagi* o *F. hepatica* en muestras de sangre o tanque de leche, pueden ser de gran ayuda en la toma de decisiones sobre la necesidad o no de tratamiento. Actualmente, existe un elevado número de fármacos antihelmínticos eficaces pero su uso debe tener un objetivo claro y estar apoyado en el diagnóstico. Su correcta elección y aplicación hará que su uso sea rentable y retrasará el desarrollo de resistencias antihelmínticas. Especial atención debe ponerse en la introducción de nuevos animales que provengan de otros países y zonas donde la resistencia frente a los antihelmínticos de uso común este extendida. Estos animales pueden actuar como caballo de Troya introduciendo estas estirpes resistentes en nuestra ganadería. Por ello, las medidas de cuarentena, diagnóstico durante la misma y tratamientos en su caso son altamente recomendables (https://parasitxpert.es/resistencias-antihelminticas/).

Asimismo, los animales en pastoreo están más expuestos a vectores y por tanto presentan un riesgo más elevado de presentar enfermedades vectoriales, como la lengua azul o la reciente enfermedad hemorrágica epizoótica, transmitidas por dípteros hematófagos del género *Culicoides*. Asimismo, artrópodos hematófagos como los tábanos y moscas del género *Stomoxys* pueden ser vectores mecánicos y transmitir la besnoitiosis bovina. Otros vectores importantes son las garrapatas responsables de la transmisión de enfermedades como la anaplasmosis, la theileriosis y la babesiosis bovina. La distribución de estas enfermedades en el ganado bovino dependerá de la presencia del vector. Las **MBS** deben centrarse en la aplicación de antiparasitarios frente a ectoparásitos y repelentes para evitar o disminuir en la medida de los posible la picadura de vectores.

Contacto con la fauna silvestre y especies domésticas y sinantrópicas. La fauna silvestre es un importante reservorio/hospedador de agentes infecciosos como el virus de la lengua azul, *Mycobacterium bovis*, *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* y, recientemente, el virus de la enfermedad hemorrágica epizoótica. En este sentido, las medidas de bioseguridad a aplicar deben estar dirigidas, siempre que sea posible, a limitar en lo posible, la interacción entre la fauna silvestre y las áreas más sensibles de la ganadería, principalmente aquellas donde se produce la mayor concentración de animales (comederos y abrevaderos). Por ello, un punto importante es evitar el acceso de toda la fauna silvestre (incluyendo las aves) y otros animales domésticos (perros y gatos) a zonas de almacenamiento de comida, agua y residuos. En cuanto a las **MBS** en granjas de nodriza en la zona de dehesa en relación con la tuberculosis bovina, en un reciente estudio, se ha descrito un Protocolo de Mitigación de Riesgos de Vida Silvestre en Granjas aplicable a las mismas y encaminado a controlar la

interacción entre los ungulados silvestres y el ganado bovino (Martínez-Guijosa et al., 2021). De los puntos de riesgo potenciales, los bebederos (41,3%) y los abrevaderos (24,4%) fueron los más comunes y las acciones relacionadas con la gestión del agua fueron esenciales en la mayoría de las explotaciones (99% de los puntos de alto riesgo), al igual que los relativos a la gestión de la fauna silvestre (el 36,4% de las explotaciones proporcionaban alimentación complementaria para fines de caza.

Por lo que respecta al contacto con otras especies domésticas, en las encuestas realizadas a rebaños de AM un elevado porcentaje (85,3%) tenía perros en contacto con el ganado. Asimismo, la mayoría de los rebaños podían tener contacto con caballos y pequeños rumiantes (67,5%), principalmente en los puertos de montaña. Las ovejas y las cabras constituyen un riesgo en la transmisión de la BVD, la paratuberculosis y la leptospirosis, aunque en la práctica, es más probable que los pequeños rumiantes se infecten a partir de ganado bovino (Rojo-Montejo et al, 2016).

Finalmente, hay que recalcar la importancia de establecer un programa DDD (desratización, desinsectación y desinfección) en las instalaciones. Los roedores son transmisores y portadores de numerosos patógenos como *Leptospira* spp., por lo que su control es esencial, pudiendo transmitir enfermedades de una granja a otra de forma inadvertida.

Pastos comunales. Un 10% de las granjas consultadas en la encuesta de Provacuno (Provacuno, 2022) realizaban la trashumancia. La mayoría de los recursos naturales utilizados en esa práctica de manejo son pastos comunales. El tiempo medio de permanencia de los animales en esas zonas, normalmente montañosas y alejadas de entornos urbanizados, fue de 6 meses. Los pastos comunales representan un riesgo debido al hecho de que hay una mezcla de animales de diferentes rebaños, normalmente de estado sanitario distinto. Esto implica que animales de un rebaño puedan estar expuestos a las enfermedades de otros y por lo tanto, que se produzca la transmisión de enfermedades de un rebaño a otro. Es fundamental que el ganadero conozca los peligros y enfermedades que implican estas prácticas, y tome acciones para reducir estos riesgos:

- Monitorizar a los animales a la bajada de los puertos en los sistemas trastermitantes, siempre antes de la siguiente época reproductiva.
- Establecer medidas sanitarias comunitarias en cada zona para manejar, a nivel sanitario, todos los rebaños de cada pasto comunal como un solo rebaño (una única unidad epidemiológica).

No obstante, para que estas medidas sean efectivas, y debido al carácter voluntario, en muchas ocasiones, de dichos exámenes, es fundamental la participación y voluntad del ganadero y en la mayoría de las veces la colaboración interdisciplinaria de ganaderos, veterinarios y autoridades.

Vallado perimetral. En relación con los cercados de las granjas, la encuesta realizada por Provacuno (Provacuno, 2022) señalaba que la gran mayoría de ellas (92%) cuenta con vallados perimetrales fijos, sobre todo las dedicadas a la producción de vacas nodrizas. Casi el 70% de estos vallados cercaban perimetralmente toda la granja, mientras que alrededor del 30%, protegen únicamente las instalaciones permanentes. En las encuestas realizadas en explotaciones de Toledo del sistema de dehesa, el 100% de las explotaciones estaban próximas a otras explotaciones de rumiantes, casi el 82% a cotos de caza. Estos resultados ponen de manifiesto la importancia del vallado de la explotación como uno de los factores clave en la bioseguridad externa para prevenir el contacto con animales de otras explotaciones y animales silvestres. Por su parte, mantener el vallado en buen estado es de gran importancia, especialmente si se desconoce el estado sanitario de las explotaciones vecinas. De acuerdo con los resultados obtenidos en las explotaciones de AM, el 30,5% disponían de cercado eléctrico en todas sus parcelas, un 12% utilizaban vallado convencional y el resto tenían cercado eléctrico en algunas zonas combinado con otro tipo de vallado (cercas, muros de piedra,…). En las encuestas realizadas en la Sierra de Madrid como consecuencia del brote de tricomonosis, la mayoría de los ganaderos respondieron que las vacas del rebaño podían ser montadas por toros de otras explotaciones, a pesar de la existencia de vallado. El compartir vallado con rebaños infectados ha sido identificado como el principal factor de riesgo asociado a las enfermedades de transmisión sexual como la tricomonosis bovina (Collantes-Fernández et al., 2017).

Hay que resaltar que un 37,4% de las granjas de nodrizas encuestadas (Provacuno, 2022) no disponía de manga de manejo.

Desarrollo de un plan de bioseguridad en vaca nodriza:

En la situación actual del sector de vaca nodriza urge la necesidad de ampliar el conocimiento sobre la implantación de **MBS** que tienen los rebaños de nodrizas en España e implementar planes específicos adaptados.

Elaboración de la encuesta.

Como primer paso, se ha diseñado una encuesta con preguntas relacionadas con las características generales de la explotación y otras relacionadas con las **MBS** externa e interna, estructuradas en las siguientes secciones: a) datos generales de la explotación; b) programa sanitario; c) control de la reproducción; d) limpieza, desinfección, control de plagas y gestión de agua; e) gestión de cadáveres y estiércol; f) instalaciones; g) entrada de animales; h) contacto con otros animales; i) veterinarios y visitas. Asimismo, se han incluido una serie preguntas relativas a factores de riesgo específicos de estas explotaciones y que pueden determinar las **MBS** a aplicar para determinadas las enfermedades con más riesgo de entrada y transmisión.

Esta encuesta ha sido revisada y consensuada previamente por veterinarios que trabajan en granjas de vaca nodriza de los tres sistemas de producción españoles: i) sistema de la dehesa, ii) sistema de montaña y iii) sistemas no montañosos de la España húmeda. Los aspectos principales de esta encuesta se presentarán durante el congreso.

Pasos a seguir y puesta en funcionamiento del programa.

Se proponen los siguientes pasos:

1) Distribuir la encuesta definitiva por medio de ANEMBE a todos los veterinarios interesados.
2) Evaluar la situación de las **MBS** en vaca nodriza mediante la recogida de datos utilizando las encuestas y el análisis de los mismos.
3) Proponer un programa de bioseguridad tipo para vaca nodriza adaptado al sistema productivo.

Este proyecto denominado **"nodriza-segura"** pretende desarrollarse a lo largo del próximo año.

Conclusiones preliminares

Los datos preliminares que se han obtenido sobre las prácticas de bioseguridad en las explotaciones de vacas nodrizas en nuestro país indican que éstas son inexistentes o deficientes y poco extendidas. Las escasas medidas implementadas, tanto de bioexclusión (ausencia de cuarentena o pruebas diagnósticas a animales de reciente incorporación) como de biocontención (ausencia de programas sanitarios, de registros de casos o de pruebas diagnósticas antes de la época reproductiva) indican que existe un amplio margen de mejora en este tipo de granjas en aquellas prácticas que dependen exclusivamente de la decisión del ganadero.

Esta iniciativa permitirá conocer en profundidad la situación actual de implantación de **MBS** y proponer una estrategia de pasos a seguir para el desarrollo futuro de planes de bioseguridad.

Bibliografía

Brennan ML, Christley RM. Biosecurity on cattle farms: a study in north-west England. PLoS One. 2012;7(1):e28139. doi: 10.1371/journal.pone.0028139.

Boersema SJ, Cannas da Silva J, Mee J, Noordhuizen J. Farm health and productivity management of dairy young stock. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 2010.

Collantes-Fernández E, Fort MC, Ortega-Mora LM, Schares G. Trichomonas. Parasitic Protozoa of Farm Animals and Pets. 2017 Nov 8:313–88. doi: 10.1007/978-3-319-70132-5_14. PMCID: PMC7122547.

Dargatz DA, Garry FB, Traub-Dargatz JL. An introduction to biosecurity of cattle operations. Vet Clin North Am Food Anim Pract. 2002 Mar;18(1):1-5, v. doi: 10.1016/s0749-0720(02)00002-6..

Lavilla-Núñez D, Ferre I, Ortega-Mora LM. Bioseguridad en explotaciones bovinas de leche: implantación de un plan, riesgos y medidas. Producción Animal, 2017, 300: 58-67.

LeBlanc S., Lissemore K., Kelton D., Duffield T., Leslie K. 2006. Major advances in disease prevention in dairy cattle. J. Dairy Sci., 89: 1267-1279.

Martínez-Guijosa J, Lima-Barbero JF, Acevedo P, Cano-Terriza D, Jiménez-Ruiz S, Barasona JÁ, Boadella M, García-Bocanegra I, Gortázar C, Vicente J. Description and implementation of an On-farm Wildlife Risk Mitigation Protocol at the wildlife-livestock interface: Tuberculosis in Mediterranean environments. Prev Vet Med. 2021 Apr 10;191:105346. doi: 10.1016/j.prevetmed.2021.105346.

Mee JF, Geraghty T, O'Neill R, More SJ. Bioexclusion of diseases from dairy and beef farms: risks of introducing infectious agents and risk reduction strategies. Vet J. 2012 Nov;194(2):143-50. doi: 10.1016/j.tvjl.2012.07.001.

Mendoza-Ibarra JA, Pedraza-Díaz S, García-Peña FJ, Rojo-Montejo S, Ruiz-Santa-Quiteria JA, San Miguel-Ibáñez E, Navarro-Lozano V, Ortega-Mora LM, Osoro K, Collantes-Fernandez E. High prevalence of *Tritrichomonas foetus* infection in Asturiana de la Montaña beef cattle kept in extensive conditions in Northern Spain. Vet J. 2012 Jul;193(1):146-51. doi: 10.1016/j.tvjl.2011.09.020.

Moreno-Gonzalo J, Ferre I. Producción Animal, 2016, 295:20-27.

Real Decreto 364/2023, de 16 de mayo, por el que se establecen las bases de desarrollo de la normativa de la Unión Europea de sanidad animal, en lo relativo a las obligaciones de vigilancia del titular de la explotación y al plan sanitario integral de las explotaciones ganaderas, y por el que se modifican varias normas de ordenación ganaderas. BOE núm. 117, de 17 de mayo de 2023.

Reglamento (UE) 2016/429 del Parlamento Europeo y del Consejo de 9 de marzo de 2016 relativo a las enfermedades transmisibles de los animales y por el que se modifican o derogan algunos actos en materia de sanidad animal («Legislación sobre sanidad animal»). Diario Oficial de la Unión Europea, 31 de marzo de 2016.

Renault V, Humblet MF, Pham PN, Saegerman C. Biosecurity at Cattle Farms: Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats. Pathogens. 2021 Oct 13;10(10):1315. doi: 10.3390/pathogens10101315.

Rojo-Montejo S, Tapiolas M, Osoro K, Ortega-Mora L.M. Bioseguridad en explotaciones de vaca nodriza. Mundo Ganadero, 2016, septiembre/octubre, 16-22.

Sahlström L., Virtanen T., Kyyrö J., Lyytikäinen T. 2014. Biosecurity on Finnish cattle, pig and sheep farms – results from a questionnaire. Prev. Vet. Med., 117: 59-67.

Salinas LS. Enfermedades re-emergentes asociadas a la monta natural y medidas de bioseguridad en explotaciones de ganado bovino de cría en la Cuenca de Guadarrama Trabajo fin de máster. Máster en Producción y Sanidad Animal, UCM-UPM. 2022.

Sayers RG, Good M, Sayers GP. A survey of biosecurity-related practices, opinions and communications across dairy farm veterinarians and advisors. Vet J. 2014 May;200(2):261-9. doi: 10.1016/j.tvjl.2014.02.010.

Tapiolas M. Caracterización de las medidas de bioseguridad en la raza bovina Asturiana de la Montaña. Trabajo fin de máster. Máster en Producción y Sanidad Animal, UCM-UPM. 2016.

Villaamil FJ, Arnaiz I, Allepuz A, Molins M, Lazaro M, Benavides B, Moya SJ, Fabrega JC, Yus E, Dieguez FJ. A survey of biosecurity measures and serological status for bovine viral diarrhoea virus and bovine herpesvirus 1 on dairy cattle farms in north-west and north-east Spain. Vet Rec Open. 2020 Sep 16;7(1):e000399. doi: 10.1136/vetreco-2020-000399.

Yus Respaldiza E. Bioseguridad en explotaciones de vacuno de leche. XIX Congreso Internacional ANEMBE de Medicina Bovina. Oviedo 25-27 de junio de 2014.

INNOVACIONES DE BAJO COSTE Y ALTO IMPACTO EN LOS RENDIMIENTOS DE LAS VACAS NODRIZAS

Albina Sanz[1*], Javier Álvarez-Rodríguez[2], José Antonio Rodríguez-Sánchez[1], Agustí Noya[1], Leire López de Armentia[1], Olaia Akesolo-Atutxa[1], Javier Ferrer[1], Isabel Casasús[1]

[1] Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (CITA) de Aragón. Instituto Agroalimentario de Aragón – IA2 (CITA-Universidad de Zaragoza). Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza, España. *Autor para correspondencia: asanz@aragon.es

[2] Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Lleida, Avda. Rovira Roure 191, 25198 Lleida, España.

El estudio del sector español de vacas nodrizas muestra una evolución positiva de los indicadores de las ganaderías en la mayoría de CCAA y razas analizadas en los últimos años (MAPAMA, 2018). Sin embargo, en el contexto actual del Pacto Verde Europeo, estas explotaciones tienen que afrontar los mayores costes de producción, a la vez que deben cumplir con la burocracia y las normas ambientales por la nueva Política Agraria Común (PAC), por lo que cada vez se les complica más ser competitivas y viables. Un estudio reciente sobre la evolución de las explotaciones de vacas nodrizas del Pirineo ha demostrado que la rentabilidad de estas explotaciones tiene una elevada dependencia económica de las subvenciones de la PAC, que han pasado de representar el 16% del Margen Bruto de la explotación en 1990 a un 68% en 2018 (Muñoz-Ulecia et al., 2021). En este contexto, todavía existe un importante margen de mejora, atendiendo a aspectos como la tasa de preñez (70%), la tasa de destete (0,65 terneros/vaca/año), el intervalo entre partos (440 días) o la proporción de nodrizas de más de 36 meses sin un parto registrado (36%). Para ello, se pueden implementar alternativas de manejo, tecnología e innovaciones de bajo coste y alto impacto, que permitan optimizar los rendimientos productivos y reproductivos de las explotaciones de vacas nodrizas. En esta ponencia se revisan una serie de herramientas de manejo necesarias para alcanzar el óptimo funcionamiento y garantizar la viabilidad a futuro de una ganadería de vacas nodrizas:

1. OBSERVACIÓN Y REGISTRO de rutina de todos los datos disponibles de cada animal, como son la fecha y la facilidad de parto, el sexo del ternero, el padre del ternero, los rendimientos de los animales, y todas las observaciones que permitan una toma de decisiones más informada sobre la gestión de los animales, como por ejemplo, realizar un adecuado desvieje de acuerdo a criterios como infertilidad (condición corporal antes y después del parto, parto gemelar, patologías en el periparto (distocias, abortos, retención de placenta, metritis, prolapso uterino, etc.)), otras incidencias sanitarias, escasa producción lechera, cojeras, etc.

2. DIAGNÓSTICOS DE GESTACIÓN por palpación rectal y/o ecografía transrectal, que deben realizarse al menos dos veces al año, e idealmente uno o dos meses después de la retirada de los toros o de la inseminación artificial, siempre llevados a cabo por personal especializado. Los resultados de estos diagnósticos se pueden combinar con otras herramientas, por ejemplo, los kits comerciales para la detección de PAG (proteína asociada a la gestación) en el plasma o en la leche de las vacas, que permiten detectar gestaciones de 26-28 días (Noya et al., 2020). Conocer el estado fisiológico de las vacas permite eliminar aquellas que hayan perdido 1-2 cubriciones (en función del criterio del ganadero) o acelerar su inclusión en el siguiente periodo de cubrición.

3. PLANIFICACIÓN DE LA PARIDERA mediante cubrición continua o controlada (sea por monta natural o inseminación artificial), que debería depender, entre otros, de la disponibilidad de los recursos alimenticios de la explotación, así como de la obligación o no de abastecer un mercado continuo de terneros. En todo caso, la **concentración de partos** permitirá elegir la época de partos que más le interese al ganadero (por precio superior del ternero en el mercado, etc.), programar con antelación las necesidades de mano de obra y de alimentación, prestar mayor atención a los partos, así como generar lotes más homogéneos y grandes de terneros, con más oportunidad de negociar un mayor valor a su venta.

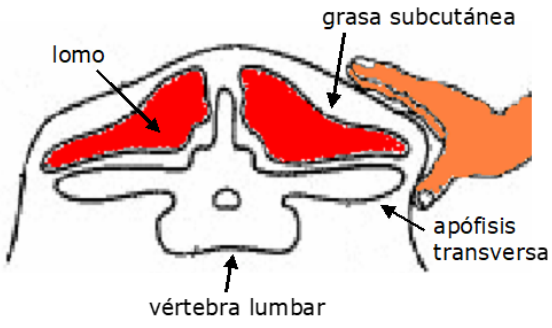
4. Distribución del rebaño en LOTES HOMOGÉNEOS de animales para ajustar al máximo las necesidades nutricionales del ganado y la alimentación ofrecida, que es el mayor coste de la explotación. En una ganadería deberían tenerse al menos lotes diferentes para vacas secas, vacas en último tercio de gestación y vacas paridas, lotes de recría y grupos de cebo. Idealmente y en función del censo de animales y de las infraestructuras disponibles, el ganadero puede hacer además varios grupos de vacas al final de la gestación o recién paridas (primíparas/multíparas, estado de reservas alto/bajo, etc.) o de animales en recría/cebo (distintas edades, etc.), para alimentar mejor a quien más lo necesite y poder corregir problemas a tiempo. En este punto, hay que señalar que henos de mala calidad (< 8% proteína bruta) limitarán la cobertura de las necesidades nutricionales de algunos animales (recría y/o lactación), incluso ofreciéndose a voluntad.

5. Registro de la CONDICIÓN CORPORAL (CC) de las vacas como evaluación subjetiva del estado de reservas de un animal. La CC se mide palpando (u observando) las apófisis transversas de las vértebras lumbares y la base de la cola de las vacas, y se puntúa en una escala de 1 (muy flacas) a 5 (muy gordas) (Figura 1). Dado que es una medida subjetiva es preferible que la evaluación la haga siempre la misma persona. En la raza Parda de Montaña, con un peso adulto de 600 kg por ejemplo, un punto de CC puede suponer en torno a 80-100 kg de diferencia. Aunque el método es subjetivo, resulta sencillo, rápido y fiable, y constituye una herramienta de bajo coste muy útil para planificar una estrategia de manejo que permita la correcta alimentación de las vacas y poder corregir problemas, que tendrá un alto impacto en la rentabilidad de la explotación.

Es fundamental conseguir que la **CC de las vacas al parto esté en torno a 2.75-3 puntos** para garantizar una reactivación ovárica temprana tras el parto (45 días postparto, Sanz et al., 2004), que permita que la vaca quede gestante a partir de los 60 días postparto, mientras cría correctamente a su ternero. También será importante garantizar una adecuada **CC durante la cubrición y la gestación temprana** para evitar repercusiones negativas de la subnutrición prenatal sobre la vida postnatal de la descendencia (que será objeto de revisión en otra ponencia; Sanz et al., 2024). Además, hay que tener en cuenta que el engrasamiento excesivo también puede tener repercusiones negativas en algunos momentos fisiológicos, como es el momento del parto, particularmente en las vacas que paren por primera vez.

Para poder ofrecer la alimentación adecuada a cada tipo de animal es necesario conocer la disponibilidad de alimentos en una explotación, así como su valor nutritivo. Aunque no es una práctica habitual, sería recomendable dada la baja calidad nutritiva detectada tanto en algunos pastos naturales (Lobón et al., 2021) como en forrajes analizados en explotaciones de vacas nodrizas (Casasús y Ferrer, 2023). El análisis de la composición de los alimentos se puede llevar a cabo a través de los servicios que ofrecen laboratorios oficiales, cooperativas, etc., que permiten incluso el control de calidad *in situ* de los pastos, henos, ensilados o materias primas mediante tecnología NIR portátil (Alonso-Majagranzas et al., 2022).

Figura 1. Evaluación de la condición corporal de las vacas nodrizas (escala de 1 a 5).



Puntuación	Las apófisis transversas se notan:
1	se marcan individualmente y presentan bordes prominentes
2	se diferencian pero son más redondeadas a la palpación
3	son redondeadas y se tiene que presionar para diferenciarlas, y la depresión lumbar apenas es visible
4	no se palpan ni con firme presión y la zona lumbar está convexa
5	no se detecta ninguna estructura ósea y la zona lumbar está muy convexa

6. ACCESO DE LOS TERNEROS a sus madres durante la lactación. Si la CC al parto de las vacas es adecuada (> 2,75), la crianza del ternero no tiene por qué retrasar la reactivación ovárica postparto, pero si la CC al parto no es correcta, el acceso libre del ternero a la madre retrasará el reinicio del periodo reproductivo durante semanas e incluso meses (Álvarez-Rodríguez et al., 2022). Una técnica de bajo coste que facilita que las vacas reinicien la actividad reproductiva de forma temprana después

del parto es la separación del ternero de la madre (manteniéndolo en un corral anejo por ejemplo a partir del mes de vida), permitiéndole tetar durante unas horas al día, o durante 1-2 periodos diarios de media hora.

Por tanto, **en caso de que las vacas no tengan una adecuada CC al parto** será imprescindible aplicar uno o varios de estos manejos para conseguir que la vaca quede gestante en el periodo de cubriciones deseable (idealmente en torno al tercer mes postparto): 1) alimentar muy bien a las vacas durante la lactación, 2) restringir el acceso del ternero a 1-2 periodos diarios de amamantamiento, 3) destetar de forma precoz al ternero, 4) suplementar lo antes posible al ternero (por ejemplo a partir del mes de vida) con concentrados o forrajes de buena calidad, o ambos, para que no dependa tanto de la madre. Estas recomendaciones son especialmente importantes en el caso de las vacas de primer o segundo parto, dada su elevada demanda energética (tanto para criar a su ternero, como para su propio crecimiento hasta que cumplen 5 años, y para asegurar la siguiente gestación).

El acceso restringido del ternero a la madre se ha utilizado durante décadas en zonas de montaña, pero se ha ido abandonando debido al aumento de los periodos de pastoreo y del tamaño de los rebaños. Sin embargo, es una herramienta barata y de alto impacto que permite compensar los resultados productivos y reproductivos de las vacas criando un ternero, especialmente en épocas de escasez de alimento o de precios muy elevados, como es la coyuntura actual. El técnico que conozca esta herramienta, la CC y el estado fisiológico de sus vacas podrá ir tomando decisiones periódicamente sobre la alimentación y el manejo del ternero más idóneos para cada grupo de vacas en cada momento, lo que redundará en unos mejores rendimientos de la explotación.

La aplicación de la restricción del acceso de los terneros a sus madres puede parecer complicada en sistemas extensivos. Sin embargo, es una práctica habitual en algunos países productores de terneros con rebaños de cientos o miles de vacas y en condiciones totalmente extensivas (Argentina, Uruguay, Brasil, etc.). Otra herramienta utilizada en estos países para mejorar las tasas de preñez de las vacas nodrizas es el **Diagnóstico de Actividad Ovárica (DAO)** (Quintans, 2016). Los técnicos realizan una ecografía ovárica al inicio o a mitad del periodo de cubriciones para determinar qué posibilidades tiene esa hembra de quedar preñada. Esta evaluación permite al técnico clasificar las vacas en lotes en función del resultado de la ecografía (vacas cíclicas, vacas en anestro superficial, vacas en anestro profundo), y en aquellos casos que sea necesario aplicar un *flushing* (si se dispone de suplementación) o un tipo de destete (destete temporal con tablilla nasal para vacas en anestro superficial; destete precoz para vacas en anestro profundo).

El destete temporal con tablilla nasal es un manejo de bajo coste que también se puede aplicar 4-14 días antes del **destete definitivo** de los terneros, con varios objetivos: 1) facilitar la habituación del ternero al nuevo alimento, 2) reducir el estrés que supone el destete definitivo para la madre y para el ternero, y 3) conseguir una mejor adaptación del ternero a la fase de cebo. Por todo ello, esta práctica se asocia a mejores rendimientos tanto en las vacas como en los terneros (Orihuela y Galina, 2019).

7. REVISIÓN DE LOS SEMENTALES antes del inicio de las cubriciones, es preciso revisar: 1) los resultados obtenidos en cubriciones anteriores, con objeto de eliminar aquéllos que hayan podido originar partos distócicos, o machos que hayan presentado problemas de fertilidad; 2) estado general de los machos: estado corporal (debe ser moderado) y ausencia de cojeras y de lesiones en el aparato reproductor; 3) análisis de calidad seminal y de ausencia de enfermedades venéreas (Besnoitia, Trichomonas, Campylobacter) en muestras de esmegma prepucial obtenidas mediante raspado, y posterior control de los toros infectados mediante sacrificio (tricomonosis) o tratamiento antibiótico (campilobacteriosis genital) (Moreno-Gonzalo et al., 2016), especialmente antes de incorporar nuevos animales a la explotación; y 4) libido durante los primeros días de monta, y comprobar que efectivamente cubren a las vacas. Será imprescindible realizar una adecuada selección del semental, teniendo en cuenta si aporta cualidades maternales (facilidad de parto) o rendimiento cárnico (conformación), sin olvidar que dichos criterios presentan una correlación negativa entre ellos.

8. Incorporación de la INSEMINACIÓN ARTIFICIAL, ya sea para grupos selectos de hembras o para el total del rebaño. En este sentido, los protocolos de sincronización ovárica que permiten realizar la **inseminación artificial a tiempo fijo (IATF)** son muy interesantes, debido a que no dependen de la detección de celos, por lo que se han convertido en una herramienta

muy útil para planificar y mejorar la eficiencia reproductiva de las explotaciones de vacas nodrizas (Sanz, 2022a). La incorporación de la IATF con semen de calidad probada reduce la proporción de partos distócicos, ayuda a controlar enfermedades venéreas, permite asegurar la pureza genética de las hembras reproductoras en rebaños que realizan cruce industrial, permite incorporar una genética superior a un menor coste (tanto para la obtención de hembras de recría (con la posibilidad de usar semen sexado) como lotes de terneros más pesados y homogéneos) y facilita la previsión de mano de obra y comida, mejorando con todo ello la calidad de vida del ganadero.

Para garantizar el éxito de la IATF es imprescindible: revisar la ciclicidad y estado de carnes de las vacas; la calidad del semen; la higiene en todos los procedimientos; la planificación del programa, productos, manga de manejo, etc.; la destreza del veterinario; el manejo de los animales sin estrés (sin perros, ni gritos); no vacunar o desparasitar durante el mes siguiente; y hacer un diagnóstico temprano de gestación, para resincronizar a las hembras que hayan quedado vacías o incluir un periodo de repaso con toro. Las tasas de preñez que se obtienen en primera inseminación rondan el 50%, que pueden ascender al 90% si se combina con un repaso con toro durante 2 meses por ejemplo (Sanz, 2022b).

En un estudio reciente en el que se utilizaron parches Estrotect™ para la detección de celo, se observó que las vacas que habían expresado celo el día de la inseminación tuvieron un 34% más de preñez que las vacas que no expresaron celo (Akesolo-Atutxa et al., 2023). En un estudio realizado con novillas Holstein se describieron resultados similares (Colazo et al., 2018), por lo que los autores proponían la recomendación práctica de utilizar semen sexado únicamente en las novillas que expresan celo, inseminando con semen convencional el resto de las novillas, con el objetivo de aumentar la efectividad del semen sexado. Por tanto, la detección de celo con parches es una técnica sencilla que podría incorporarse como criterio para seleccionar las hembras idóneas para inseminar. En todo caso, el ganadero deberá asesorarse sobre los protocolos más adecuados para cada tipo de animal y para cada rebaño, tratando siempre de minimizar la terapia hormonal y maximizar la tasa de preñez y el retorno económico de la inversión.

9. Programa de RECRÍA DE NOVILLAS que permita su adecuado desarrollo hasta el primer parto. Si la tasa de reposición de una ganadería ronda el 15% anual, al menos la mitad de las vacas de la explotación deberían cubrirse con toros de la misma raza para obtener un 15% de terneras para vida, eligiendo en este grupo a las vacas con mejores aptitudes de cría que puedan transmitirse a su descendencia. Otra alternativa es adquirir la reposición fuera de la explotación, aunque en ese caso la novilla necesitará adaptarse a la nueva explotación.

Una opción que permitirá un desarrollo adecuado de las terneras es mantenerlas desde el nacimiento hasta el momento del destete (6-7 meses) con sus madres y un suplemento de 1 kg concentrado/ternera/día, y desde el destete hasta la cubrición en un mismo lote con 10 kg heno/novilla/día. Se deben evitar cubriciones antes de que la novilla alcance 18 meses (y/o 120 cm de altura a la cruz, en el caso de las razas Parda o Pirenaica). Además, se pueden medir las dimensiones externas (con cinta métrica) o internas (con pelvímetro) de la cadera, para descartar novillas con pelvis reducida. Solo explotaciones bien gestionadas podrán plantearse partos a edades más tempranas sin perjuicio en los rendimientos productivos y reproductivos, y siempre que se garantice un crecimiento próximo a 1 kg/d en lactación o recría, y una cubrición cuando la novilla alcance al menos un 65% de su peso adulto esperado (Rodríguez-Sánchez et al., 2017). En caso contrario, un parto antes de que la novilla cumpla dos años puede derivar en una distocia y un retraso en el crecimiento y desarrollo de la primípara.

Además, será imprescindible seleccionar al semental teniendo en cuenta su peso al nacimiento, su crecimiento y la facilidad de parto que ha presentado en cubriciones anteriores (nunca usar un toro con novillas si no se conocen resultados previos). Puede ser interesante cubrir a las novillas antes que a las vacas adultas, para que el ganadero pueda extremar su atención en el momento del parto. Dado que las novillas siguen creciendo hasta los 5 años es fundamental alimentarlas correctamente **antes y después de su primer y segundo parto**. Como se ha mencionado anteriormente, para que el ternero no dependa tanto de la vaca primípara, se puede aplicar una restricción del amamantamiento del ternero, o/y un destete precoz (2-4 meses), o/y ofrecer un suplemento al ternero (concentrado o forraje de calidad).

10. PROGRAMA SANITARIO para vacas, toros y terneros, que incluya un calendario de vacunaciones pautado por la ADS correspondiente, para prevenir las patologías habituales presentes en las ganaderías, y combinarlo con la limpieza de las

instalaciones (cuadras, etc.). En el contexto actual, se deberá prestar especial atención al control de los vectores que transmiten la Enfermedad Hemorrágica Epizoótica (EHE), además de la restricción de movimientos de animales, dado que todavía no existen vacunas aprobadas para su uso en la Unión Europea (Roy et al., 2023).

11. La incorporación de TECNOLOGÍA al servicio de la ganadería puede aportar herramientas que faciliten el trabajo diario del ganadero. Innovaciones como la recogida de datos en campo mediante aplicaciones móviles, la vigilancia remota de los partos mediante cámaras, la localización y manejo de animales en pastoreo mediante collares de geolocalización, vallados virtuales o drones, etc. pueden ser de gran ayuda para conseguir una gestión más eficiente de las ganaderías y una mejor calidad de vida para el ganadero (Moya, 2023). Teniendo en cuenta además que uno de los mayores problemas de la ganadería actual es la falta de relevo generacional y de mano de obra, el uso de tecnologías puede estimular la incorporación de los jóvenes a la ganadería. Sin embargo, las nuevas tecnologías pueden suponer una importante inversión inicial para las pequeñas y medianas ganaderías, que corren el riesgo de quedar marginadas en esta transformación digital. De ahí la importancia de aumentar la transferencia de conocimientos y tecnología de la investigación al sector, y la financiación necesaria (Programa Kit Digital, etc.), que permitan a las explotaciones adaptarse a la transición verde.

Las explotaciones de vacas nodrizas de la Unión Europea podrán alcanzar su viabilidad económica y social si usan los conocimientos, tecnología y medios que tienen a su disposición para realizar un manejo eficiente del rebaño, que redunde en mayores tasas de preñez y de destete, mejores márgenes por vaca nodriza, y permita una buena calidad de vida de los ganaderos.

Agradecimientos: Al personal de la Finca “La Garcipollera” y del CITA de Aragón; a Oscar Escobedo (en memoria), Victor Ara, Graciela Quintans (INIA Treinta y tres, Uruguay), y Marcos Colazo (Universidad de Alberta, Canadá); Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria España (INIA RTA2005-00231, INIA RTA2010-00057, INIA-RTA2013-059-C02, INIA-RZP 2015-001); Agencia Española de Investigación (MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033 (FETALNUT), Contrato FPI de L. López de Armentia, Contratos de A. Noya y O. Akesolo)); Gobierno de Aragón (Grupo de investigación INPASS A25_23R).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Akesolo-Atutxa O., López de Armentia L., Noya A., Ferrer J., Casasús I., Sanz A. 2023. Efecto de la expresión de celo en la tasa de preñez en vacas de carne. XX Jornadas sobre Producción Animal AIDA, Zaragoza (España), 13-14/06/2023. Pág. 193.

Alonso-Majagranzas A., Torres C., Casado P., Lobón L., Sanz A., Joy M., Casasús I., Blanco M. 2022. Development of a NIRS calibration equation for in situ analysis of green pasture. 31st World Buiatrics Congress (The World Association for Buiatrics (WAB) and ANEMBE). Madrid (España), Abstract Book, Volume 2, Pág. 291. http://hdl.handle.net/10532/6131

Álvarez-Rodríguez J., Noya A., Casasús I., López de Armentia L., Palacio J., Sanz A. 2022. Manejo del ternero y productividad en vacas nodrizas. Revista Albéitar 255: 24-28, https://citarea.cita-aragon.es/citarea/handle/10532/5969

Casasús I., Ferrer J. 2023. Optimizar la producción en el sector de las vacas nodrizas. Presentación de resultados finales, Proyecto OPTIBOVIS. Jaca (España), 27 Abril 2023.

Colazo M.G., Whittaker P., Macmillan K., Bignell D., Boender G., de Carvalho Guimaraes R., Mapletoft R.J. (2018). Evaluation of a modified GnRH-based timed-AI protocol associated with estrus detection in beef heifers inseminated with sex-selected or conventional semen. Theriogenology 118: 90-95.

Lobón S., Joy M., Casasús I., Casado P., Torres C., Blanco M., Sanz A. 2021. Do beef cows reared on mountain pastures of central Spain need to be supplemented? 1st Joint Meeting of EAAP Mountain Livestock Farming & FAO-CIHEAM Mountain Pastures. Bled (Slovenia), 7-9/06/2021. eBook of abstracts, pág. 21. http://hdl.handle.net/10532/5466

MAPAMA, 2018. Estudio del sector español de vacas nodrizas. Datos SITRAN. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. 40 páginas.

Moreno-Gonzalo J., Banzo P., Macarulla J.M., Sánchez-Sánchez R., Escobedo O., Navarro-Lozano V., Rojo-Montejo S., Sanz A., Casasús I., Ortega-Mora L.M., Collantes-Fernández E. 2016. Plan de control de la tricomonosis y la campilobacteriosis genital bovina en explotaciones de vaca nodriza del pirineo de Huesca. XXI Congreso Internacional ANEMBE de Medicina Bovina. Santiago de Compostela (España), 11-13/05/2016. Página: 212.

Moya F. 2023. Ciencia o ficción: repaso al uso de tecnologías de precisión en ganadería bovina. XXV Congreso Internacional ANEMBE de Medicina Bovina, 24-26 mayo 2023, León (España).

Muñoz-Ulecia E., Bernués A., Casasús I., Olaizola A., Lobón S., Martín-Collado D. 2021. Informaciones Técnicas del Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente del Gobierno de Aragón. Núm. 280, 12 páginas.

Noya A., Casasús I., Rodríguez-Sánchez J.A., Ferrer J., Sanz A. 2020. A negative energy balance during the peri-implantational period reduces dam IGF-1 but does not alter progesterone or pregnancy-specific protein B (PSPB) or fertility in suckled cows. Domestic Animal Endocrinology 72: 106418. https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2019.106418

Orihuela, A., Galina, C. S., 2019. Effects of separation of cows and calves on reproductive performance and animal welfare in tropical beef cattle. Animals 9, 223. https://doi.org/10.3390/ani9050223

Quintans, 2016. Diagnóstico de actividad ovárica: una herramienta que debemos conocer. Revista INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Uruguay), págs. 13-14. http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/6393/1/revista-INIA-47-P-12-13-QUINTANS.pdf

Rodríguez-Sánchez J.A., Sanz A., Ferrer J., Casasús I. 2017. ¿Es posible adelantar el parto de novillas de razas cárnicas a los 2 años? Albéitar 203: 42-44.

Roy A., Diez-Guerrier A., Perello A., Alvarez J. 2023. Enfermedad hemorrágica epizoótica: una arbovirosis emergente. Profesión Veterinaria 101: 14-25.

Sanz A. 2022a. Sincronización ovárica en vacuno de carne. Practice abstract BovINE. http://hdl.handle.net/10532/6011; http://hdl.handle.net/10532/6026

Sanz A. 2022b. VACAFERTILTERUEL: Nuevo programa de gestión para mejorar la eficiencia reproductiva y la competitividad de las explotaciones de vacas nodrizas en Teruel. Jornada CIBR Teruel, 31 marzo 2022. https://citarea.cita-aragon.es/citarea/handle/10532/5819

Sanz A., Bernués A., Villalba D., Casasús I., Revilla R. 2004. Influence of management and nutrition on postpartum interval in Brown Swiss and Pirenaica cows. Livestock Production Science 86: 179-191. https://doi.org/10.1016/S0301-6226(03)00165-9

Sanz A., Casasús I., López de Armentia L., Akesolo-Atutxa O., Ferrer J., Ripoll G., Escalera-Moreno N., Molina M., Serrano B., Álvarez-Rodríguez J., Villalba D., Monleón E., Noya A. 2024. Impacto del ambiente prenatal en la vida postnatal de los terneros. XXVI Congreso Internacional ANEMBE de Medicina Bovina, 24-26 abril 2024, Córdoba (España). 11 páginas.

LA DIARREA NEONATAL DEL TERNERO: UN VIEJO PROBLEMA CON NUEVAS SOLUCIONES.

Luis Miguel Ortega Mora y Gema Álvarez García

Grupo SALUVET, Departamento de Sanidad Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid, Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid, España.

La diarrea neonatal es la causa más importante de la mortalidad y morbilidad del ternero

La mortalidad de terneros de carne antes del destete varía, a nivel global, entre el 2% y el 13% (revisado por Mee, 2019; Santos et al., 2019). Estas cifras no son comparables con las tasas de mortalidad antes del destete de los terneros de leche debido a la gran diferencia en la edad de destete en los rebaños lecheros (~2 meses) y de carne (~5-6 meses) y a los factores asociados al distinto manejo. Entre las causas más frecuentes de mortalidad neonatal se encuentran la ausencia de atención durante el parto y el encalostramiento deficiente, las diarreas y las neumonías, a las que se suman en el ganado de carne las distocias, las condiciones climatológicas adversas y los depredadores (Murray et al., 2016; Scasta et al., 2018).

En España, se dispone de pocos datos sobre la mortalidad en terneros de granjas de nodrizas. Entre 2020 y 2021, Provacuno realizó un trabajo de caracterización del sector de la carne en España en el que se describió una mortalidad media en las granjas de vacas nodrizas del 4%. Sin embargo, es importante mencionar que el 85% de los ganaderos proporcionó solo datos estimados y que en las granjas de nodrizas es donde menos abundan las herramientas de gestión para la obtención de los datos productivos (solo un 2%) (Provacuno, 2022). Cabe destacar, que la situación epidemiológica y el impacto en la mortalidad y morbilidad del ternero (consecuencia del desarrollo de la enfermedad en la vaca) después de la epidemia de enfermedad hemorrágica epizoótica permanece sin estudiar y la cifra de mortalidad de los terneros puede haberse incrementado notablemente.

La diarrea neonatal del ternero (DN) es la causa más relevante de mortalidad y morbilidad en terneros tanto de leche como de carne en las primeras semanas de vida (Murray et al., 2016, Tora et al., 2021; NAHMS-USDA, 2021). Algunos patógenos que causan DN son zoonósicos (Holland, 1990). Además, el tratamiento de las DN contribuye en un porcentaje relevante al uso de antibióticos en el bovino (Eibl et al., 2021; NAHMS-USDA 2021), estimándose que junto con el tratamiento de las neumonías es responsable de más de la mitad de los tratamientos en las granjas lecheras. En el corto plazo, la ternera que sufre DN tendrá un menor ritmo de crecimiento (34 kg menos de peso a los 6 meses de vida en terneras de carne afectadas por criptosporidiosis, Shaw et al., 2020) y un mayor riesgo de padecer otras enfermedades, especialmente neumonía, con hasta un 25% más de tratamientos (Schinwald et al., 2022). Además, la DN puede llegar a causar un impacto a largo plazo afectando negativamente a la producción de la novilla tras el parto, con pérdidas de hasta 325 kg de leche en la primera lactación (Abuelo et al., 2021). A todo ello, habría que añadir las consecuencias por la pérdida de valor genético (Abuelo et al.,2021; Urie et al., 2018).

Los agentes infecciosos causantes de diarrea más comunes a nivel global en terneros neonatos son *Cryptosporidium parvum*, rotavirus bovino (RvB), coronavirus bovino (CovB) y *Escherichia coli* F5 enterotoxigénico (ETEC) (Conrady et al., 2021, Holland, 1990). En un estudio realizado ya hace algunos años en España sobre muestras fecales de terneros de leche con diarrea: (i) *Cryptosporidium* spp. y RvB fueron los agentes más prevalentes (52,3% y 42,7%, respectivamente); (ii) ETEC y CovB se detectaron en el 11,9% y el 7,3% de las muestras, respectivamente; (iii) *Salmonella* spp. sólo se encontró en las heces de dos terneros (0,9%); (iv) se detectaron infecciones mixtas con dos o más agentes en el 28% de los terneros; y (v) las infecciones con RvB y *Cryptosporidium* spp. se encontraron en el 21,6% de los casos estudiados (de la Fuente, 1998). En el Reino Unido, los informes de vigilancia veterinaria entre 2007 y 2011 mostraron que la criptosporidiosis fue la principal causa diagnosticada de enteritis en terneros (57% sola o en infecciones mixtas) (informe VIDA, 2014). En China, vuelven a repetirse estos porcentajes, siendo los patógenos más detectados en terneros con diarrea *Cryptosporidium* spp. (50,5%), RvB (23,2%), ETEC (20,0%) y CovB (11,8%). Otros patógenos como *Eimeria* spp. (6,9%), astrovirus bovino (5,5%), torovirus bovino (4,1%) y kobuvirus bovino (3,2%) se detectaron, principalmente, en forma de infecciones mixtas (Wang et al., 2023). Algunos de estos últimos virus se han detectado en terneros diarreicos, aunque aún no se ha dilucidado su importancia como patógenos primarios (Cho et al., 2013).

Tampoco existe mucha información sobre la relevancia de la DN en las ganaderías de vaca nodriza españolas. En un estudio

que se presenta en este congreso, se ha realizado una encuesta a veterinarios de leche (95) y carne (94) repartidos por todas las CC.AA. En este trabajo, la DN fue considerada como la enfermedad neonatal con mayor incidencia, tanto por los veterinarios de vacuno lechero como de carne (73,9 y 85,1%, respectivamente); seguida por la neumonía (25 y 12,7%). A pesar de ello, y de que un 92% de los veterinarios de leche y 82% de carne recomendaron la vacunación como estrategia para la prevención de la DN, un 53% de los veterinarios de vacuno lechero estimaron que menos de un 50% de sus ganaderos vacunan frente a DN; y este porcentaje disminuye en carne, donde un72% de los veterinarios estimaban que menos del 25% de sus ganaderos aplican esta herramienta de control. Entre los agentes causales de DN, un 89% y un 76% de los veterinarios de carne y leche, respectivamente, consideran importante o muy importante la criptosporidiosis. Mientras que en las granjas de leche se señala a los fallos de limpieza y desinfección (82%) como principal factor de riesgo; en las de carne son, principalmente, los fallos en la higiene de la paridera (58%) y los problemas de hacinamiento (48%). Finalmente, la higiene, el encalostrado y la metafilaxia fueron las principales estrategias recomendadas para el control de la criptosporidiosis (Montoya et al., 2024).

El objetivo de esta presentación es realizar una actualización de los factores de riesgo que coadyuvan en la presentación de la DN en terneros, haciendo un especial hincapié en aquellos más relevantes en las ganaderías de vaca nodriza y atendiendo sus especiales circunstancias. Además, se establecerán una serie de puntos críticos a considerar en los programas de prevención y control de la DN, intentando mantener su incidencia en unos valores aceptables.

Un repaso crítico a los factores de riesgo implicados en la DN en las granjas de vaca nodriza

Junto a factores compartidos con las explotaciones lecheras, las DN en terneros de carne tienen unos componentes específicos asociados a las características de estas explotaciones y su especial manejo y circunstancias. En la encuesta anteriormente mencionada (Provacuno 2022), el 95% de las granjas de vacas nodrizas se encontraban en régimen extensivo y el 75% de los encuestados que tienen a los animales en régimen extensivo, afirmaba que los animales están permanentemente al aire libre. En estas condiciones, los terneros lactantes están en el pasto o salen al mismo, en la mayor parte de los casos, cuando se encuentran junto a sus madres. La mayoría de ellos salen menos durante los meses de invierno que durante el resto del año.

1) Bioseguridad (higiene). Para prevenir la DN, hay que implementar adecuadas medidas de manejo e higiene para reducir la carga de patógenos en el ambiente, sobre todo durante la paridera y teniendo en cuenta que la transmisión de estas infecciones es por la ruta fecal-oral y que los terneros con diarrea pueden eliminar enormes cantidades de patógenos con las heces. En los sistemas de vaca nodriza de montaña, tradicionalmente los partos se han agrupado en primavera y otoño para favorecer una correcta alimentación de las vacas durante el periodo de preparto, y para evitar periodos climatológicamente más adversos para los terneros. En el caso de terneros nacidos durante el invierno una deficiente higiene del establo va a ser un factor de riesgo, cuyo efecto negativo se incrementará si los terneros enfermos no son separados del resto del efectivo. En el estudio de Montoya et al. (2024) se indican los fallos en la higiene de la paridera y los problemas de hacinamiento como las causas más importantes.

2) Factores climáticos y depredación. Los terneros son animales muy vulnerables al ataque de diferentes depredadores, ya que normalmente apenas están estabulados y predominan los sistemas extensivos caracterizados por su permanencia en el pasto con las madres. En la Península Ibérica, si bien no hay registros detallados de la mortalidad de terneros asociada al ataque de depredadores, sí que hay numerosos reportes de ataques de terneros por el lobo, y más recientemente por los buitres, a los que hay que añadir al zorro e incluso al meloncillo, cuya población está en expansión. El estrés producido por estos ataques puede comprometer la capacidad de la respuesta inmunitaria del ternero frente a las enfermedades, incluidas las digestivas.

El clima adverso es otro factor que va a condicionar la vitalidad del ternero. El rango de temperaturas óptimas para el ternero se encuentra entre los 10°C y 22°C y las temperaturas por encima o debajo de este rango van a comprometer su capacidad de termorregulación lo que supondrá un estrés térmico con el consiguiente impacto negativo en la respuesta inmunitaria y la actividad metabólica y endocrina. Las condiciones climáticas adversas con ausencia de un periodo de adaptación pueden derivar en un estrés térmico crónico afectando no solo al crecimiento del ternero sino a una adecuada condición corporal de la madre en el momento del parto. Por tanto, las temperaturas bajas incrementarán el riesgo de mortalidad por hipotermia, mientras que temperaturas por debajo o por encima del rango de termo neutralidad comprometerán la vitalidad del ternero dificultando un adecuado encalostrado (Sejian et al., 2018).

3) Distocias y vitalidad del ternero. En un parto distócico hay sufrimiento fetal, por tanto, el ternero puede nacer con una acidosis respiratoria o metabólica en casos más graves y la vitalidad del ternero al nacimiento se ve comprometida. La vitalidad es clave a la hora de facilitar un buen encalostramiento, ya que un ternero débil va a consumir menos calostro y la capacidad de absorción de las inmunoglobulinas (Igs) en la barrera intestinal va a estar disminuida (fallo de transferencia pasiva, FTP) predisponiendo a enfermedades como las diarreas y las neumonías. Los terneros que nacen de un parto distócico tienen 2,4 más probabilidades de enfermar durante los primeros 45 días de vida y presentan una mayor tasa de mortalidad. Los factores predisponentes de la distocia son diversos e incluyen: la predisposición genética, la edad de las madres, los partos gemelares, el nacimiento de machos, la presentación fetal y la condición corporal de la madre (Barrier et al., 2012, Beef Cattle Research Council. 2019, García-Ispierto & Gatius 2021, Waldner & Rosengren, 2009).

Cabe destacar que es frecuente que la edad al primer parto supere los 36 meses en las vacas de carne, ya que se ha observado

un mayor índice de distocias cuando las novillas paren a los 24 meses. Sin embargo, un estudio reciente ha demostrado que se puede minimizar el riesgo de distocias en el primer parto de una novilla a los 24 meses mediante un buen manejo nutricional tras el destete hasta la pubertad junto con el empleo de sementales con facilidad de parto (Twomey et al., 2023). Por otra parte, una adecuada asistencia al parto disminuirá el impacto negativo de un parto distócico en el ternero, ya que incrementará la vitalidad del ternero. Además, se facilitará el retorno a celo de las madres y la fertilidad de éstas podría aumentar hasta un 14% (Beef Cattle Research Council, 2019).

4) Encalostramiento. El siguiente paso es asegurar un correcto encalostramiento, ya que la respuesta inmunitaria del ternero depende en su totalidad de las Igs procedentes del calostro. Esta inmunidad pasiva de origen maternal protegerá al ternero durante las primeras semanas de vida frente diferentes enfermedades infecciosas como la onfaloflebitis, la artritis, la diarrea y la neumonía hasta que su sistema inmunitario vaya madurando. Por tanto, se debe evitar un FTP que ocurre cuando no se produce una correcta absorción de Igs durante las primeras 24 horas (h) de vida. Para ello, hay que asegurar que el ternero ingiera suficiente cantidad de calostro de buena calidad durante las primeras horas de vida, ya que transcurrido este tiempo la capacidad absorción de las Igs a nivel intestinal va disminuyendo hasta desaparecer a las 24h. El ternero deberá consumir al menos 200 gramos de Igs en su primera toma y durante las primeras 2-3 h post parto e, idealmente, en la primera h postparto, para facilitar la máxima absorción de Igs. Hay que tener en cuenta que una vaca de carne puede producir alrededor de 2,5L de calostro en el primer ordeño, con una concentración de Igs que oscila alrededor de 100g/ L y que disminuye en el segundo ordeño. El volumen de calostro y la concentración de Igs varía en función de la nutrición que reciba la vaca durante el periodo preparto, el número de parto o la genética, entre otros factores, pero generalmente el volumen de calostro durante el primer ordeño es menor y la concentración de IgGs es mayor comparado con lo reportado en el ganado vacuno lechero (McGee et al., 2019). Un ternero tras realizar la segunda toma deberá haber consumido un volumen total de calostro de alrededor del 8% de su peso vivo. Además, es recomendable prolongar la administración de leche de transición durante, al menos, los primeros días de vida, ya que las Igs pueden tener un efecto beneficioso sobre la mucosa intestinal.

En la mayor parte de las ocasiones cuando el ternero nace tras un parto que no ha necesitado asistencia, la mayoría de los animales se levantan entre los 30 min y las 2h postparto e ingieren la primera toma de calostro antes de las 4h de vida. Esta primera toma tiene una duración media de 20-26 min (McGee et al., 2019). En el caso de una hembra con escasa aptitud maternal o el nacimiento de un ternero débil o con problemas para amamantarse correctamente por otras causas, debe optarse por administrar el calostro mediante el empleo de biberón o sonda esofágica (Larson et al., 2004). Un calostro de buena calidad no asegura una buena transferencia pasiva y un ternero débil puede presentar FTP. Por ello, además de evaluar la calidad del calostro administrado, a las 24-48h posteriores al encalostrado debe evaluarse también la cantidad de proteínas séricas totales mediante refractometría. En terneros de leche se admite que el FTP se da con valores inferiores a 10g/ L, mientras que valores superiores a 25g/ L se considera una transferencia pasiva excelente. Por su parte, valores entre 10 y 25g/ L se consideran como FTP parcial (FTPP). Diversos autores (Dewell et al. 2006; Waldner and Rosengren, 2009) han demostrado que los terneros de vaca nodriza que presentan valores inferiores a 24g/ L presentan mayores tasas de mortalidad y morbilidad comparado con los terneros que presentan valores superiores de proteínas séricas. Además, los terneros que presentan valores superiores a 27g/ L pesan de media 3,3 kg más a los 205 días de edad comparado con los terneros que presentan menores niveles de Igs. A pesar de que hasta la fecha los estudios realizados en el ganado bovino de carne son escasos, todos ellos coinciden en señalar que el FTP es un problema frecuente cuya prevalencia varía entre las diferentes países y granjas analizadas y que puede oscilar entre un 5,8% y un 31,3% (Filteau et al., 2003; Waldner and Rosengren, 2009; O'Shaughnessy et al., 2015; Todd et al. 2018). Además, se ha estimado que el FTP supone una pérdida de 80€ por ternero de carne (Raboisson et al., 2016).

5) Competencia inmunitaria y vacunación. Íntimamente asociada a la competencia inmunitaria del ternero está la vacunación de las madres durante el último tercio de gestación frente a algunos de los enteropatógenos asociados a la DN. El programa sanitario, por tanto, va a influir de forma decisiva en la calidad del calostro. Las Igs maternales que se transfieren al recién nacido por la inmunización pasiva mediante la toma de calostro incluyen una variedad de anticuerpos específicos frente a los patógenos responsables de las enfermedades más prevalentes durante el periodo neonatal como la DN y el síndrome respiratorio bovino. La vacunación durante el periodo del preparto asegurará concentraciones elevadas de estos anticuerpos específicos en el calostro. En concreto, se ha demostrado que la vacunación de las madres frente a *E. coli*, RvB y CovB en el período preparto aumenta significativamente los anticuerpos séricos de la madre, del calostro y del suero de los terneros frente a estos patógenos (Gamsjäger et al., 2023). El objetivo es mejorar la transferencia pasiva por medio del calostro para

protegerlos (Recca et al., 2003). En vacuno lechero, Gonzalez et al. (2021) han estudiado cómo la respuesta inmunitaria en la madre tras la vacunación frente a la DN difiere entre vacunas aparentemente similares. En terneros de carne, también se dispone de un estudio que se presenta en este congreso. En el mismo, 75 vacas de carne no vacunadas previamente frente a la DN fueron asignadas aleatoriamente a uno de los tres grupos de estudio alrededor de dos meses antes del parto: un grupo de control negativo sin vacunación y dos grupos vacunados con dos vacunas diferentes frente a enteropatógenos víricos y bacterianos (vacuna A y B, respectivamente). Los terneros recibieron el calostro y leche de transición mediante amamantamiento de sus propias madres y no se produjeron diferencias en el manejo por sexo ni grupo de estudio. Los resultados del estudio mostraron el impacto positivo de la vacunación de las vacas de carne incrementando la respuesta inmunitaria específica frente a los agentes incluidos en la vacunación, con la consiguiente mejora en la protección de sus terneros frente a la DN (Bejar et al., 2024).

Propuestas para el control: puntos clave

Un adecuado manejo del ternero debe comenzar antes de la paridera incluyendo medidas de bioseguridad y un protocolo vacunal adaptado a las condiciones y necesidades de la granja. Todo ello debe complementarse con una correcta alimentación y suplementación mineral de las vacas para asegurarnos que son capaces de sintetizar calostro de buena calidad durante las últimas 5-6 semanas de gestación y que llegan al parto con una adecuada condición corporal. A continuación, es importante monitorizar el parto y las primeras horas de vida del ternero. Por todo ello, una adecuada formación del personal va a ser clave.

1) Recogida de datos. Los datos principales que deben recogerse están en relación con los factores de riesgo descritos e incluyen: i) los relacionados con la incidencia de partos distócicos en novillas y vacas, ii) los FTP, y iii) las principales causas de mortalidad y morbilidad (así como la respuesta a los tratamientos) en los periodos perinatal, neonatal (hasta los 28 días de vida) y desde el primer mes al destete. A esto debe añadirse, la información sobre el manejo general de la granja, sus instalaciones e infraestructuras.

2) Reducir la incidencia de las distocias. Se pueden adoptar las siguientes medidas (Barrier et al., 2012, Beef Cattle Research Council, 2019, García Ispierto & Gatius 2021, Sanz et al., 2003, Waldner and Rosengren, 2009):

- Las madres deberán presentar una condición corporal (CC) alrededor de 3 en el momento del parto. Las madres con una baja CC tendrán más probabilidades de presentar un parto distócico y parir un ternero débil. Además, su fertilidad será menor (incremento del periodo de anoestro) y la producción lechera también se verá afectada.
- Las madres deberán presentar una buena conformación de la ubre que facilite un correcto amamantamiento del ternero (ubres o pezones excesivamente grandes o una ubre con mala suspensión puede dificultar que el ternero mame correctamente), si bien hay otros factores que influyen en el tiempo que el ternero tarda en amamantarse (p. ej. la raza, el nº de parto).
- La inseminación con semen sexado, la implantación de embriones o la eliminación de folículos codominantes en el momento de la inseminación artificial evitarán las gestaciones gemelares.
- Se recomienda planificar los partos de las novillas con anterioridad a los de las vacas y si es posible en una zona donde se agrupen las novillas de primer parto para poder monitorizarlo, ya que es el grupo que presentará mayor riesgo de distocias. Esta actuación es recomendable para determinar si es necesaria la asistencia veterinaria y cuando es el momento más adecuado para dicha intervención. Hay que tener en cuenta que una vez que aparece la bolsa amniótica, el ternero debe nacer en el transcurso de una hora o hasta una hora y media en el caso de una vaca o novilla, respectivamente. Además, si se alimenta a las vacas por la noche se incrementa el número de vacas que paren durante el día, cuando es más fácil monitorizar a los animales. Hay que destacar que estas últimas recomendaciones se han realizado basándose en los sistemas de producción de vaca de carne en Canadá. Como medida a valorar en un futuro Garcia-Garcia et al. (2023) han sugerido que, utilizando las herramientas de la ganadería de precisión, podrían emplearse sistemas de geolocalización mediante collares individuales que ayudaran a predecir el parto mediante la valoración de parámetros individuales y de rebaño.

3) Asegurar una buena vitalidad del ternero. Para reducir el posible impacto negativo de un parto distócico en la vitalidad y la salud del ternero se debe disponer de zonas de paridera limpias y secas, emplear medidas de reanimación del recién nacido adecuadas, administrar analgésicos y realizar un buen encalostrado.

Las primeras actuaciones a realizar en el ternero son las siguientes:

- Se debe **monitorizar el reflejo de succión** unos minutos tras el parto, pues es indicativo de una buena vitalidad y en ese caso la lactancia materna será suficiente. Otro indicador de vitalidad es la facilidad de parto. Por el contrario, otros parámetros que tradicionalmente se evalúan en la puntuación APGAR para valorar la vitalidad de un ternero recién nacido con acidosis (mucosas pálidas o las frecuencias cardiaca y respiratoria) no son útiles en el caso de los terneros de carne (Homerosky et al., 2017).
- Si un ternero necesita **reanimación**, se recomienda colocarlo con las extremidades anteriores flexionadas debajo del pecho y las posteriores dispuestas a cada lado del cuerpo de forma que se disminuya la presión sobre la caja torácica y facilite la respiración. Se desaconsejan otras posturas como colgar a los terneros boca abajo, ya que se comprime el diafragma. A continuación, se recomienda frotar vigorosamente al ternero, estimular la respiración presionando el tabique nasal y administrar un **antiinflamatorio** no esteroideo para aliviar el dolor, ya que se ha comprobado que facilita la recuperación del ternero.

4) Asegurar un adecuado encalostramiento. Para ello, se recomiendan las siguientes medidas siempre y cuando el ternero proceda de un parto distócico o haya problemas de amamantamiento:

- Se administrará una primera toma de calostro durante la primera hora de vida con un volumen equivalente al 5% del peso del ternero (aproximadamente 2L), y una segunda toma a las 6-8h de vida hasta alcanzar el 8% del peso del ternero o se dejará al ternero para que se amamante *ad libitum*.
- El calostro procederá de la propia madre que será ordeñada o de un banco de calostro de la propia explotación. Hay que evitar calostro procedente de otras explotaciones para evitar la introducción de patógenos.
- Se debe monitorizar la calidad del calostro mediante refractometría. Valores Brix inferiores al 22%, al 24% o al 26,4% indican concentraciones de Igs inferiores a 50, 100 y 150 g/L, respectivamente (Breuer et al., 2022).
- El calostro se administrará con sonda esofágica o con biberón, los cuales serán desinfectados después de su uso, si bien es mejor hacerlo con biberón ya que se estimulará el reflejo de succión del ternero, lo que a su vez garantizará la absorción óptima de Igs en el intestino del ternero.
- Se evaluará el nivel de proteínas séricas en una muestra de sangre obtenida 24-48h posteriores al encalostrado mediante refractometría. Se ha estimado que valores Brix inferiores a 7,9, 8,3, 8,7, *y* 9,4% corresponden a concentraciones inferiores a 10, 18, 25 y 32 g/L, respectivamente (Akosse et al., 2022). En ningún caso los valores deberán ser inferiores a 10g/L.

5) Mejora de la higiene y de la bioseguridad del ternero lactante. Se recomiendan las siguientes medidas:

- El parto tendrá lugar en el pasto o en áreas amplias, separadas del resto del rebaño.
- Evitar que la paridera se prolongue demasiado para reducir la incidencia de nuevas infecciones en la cola de paridera.
- Rotar las áreas de parto de un año a otro y proporcionar cama limpia sobre todo si el terreno está encharcado.
- En los partos en estabulación se recomienda una adecuada desinfección de la zona de la paridera con productos que sean eficaces frente a los ooquistes de *C. parvum*, ya que la mayoría de los productos que se emplean en las explotaciones solo son eficaces frente a bacterias y virus. En estos casos se recomienda el uso de productos que incluyan en su formulación peróxido de hidrógeno, o en su defecto amonio cuaternario si bien en este caso será necesario prolongar el tiempo de actuación del desinfectante a varias horas.

6) Vacunación. La infección es más común y grave en los terneros, entre otras causas, por la inmadurez de su respuesta inmunitaria adaptativa. La estrategia más factible para una protección eficaz es la vacunación parenteral de novillas y vacas gestantes para conferir inmunidad pasiva a sus terneros por medio del calostro (Recca et al., 2003). Estas vacunas están

disponibles en el mercado desde hace años para alguno de los enteropatógenos implicados en la DN (RvB, CovB y ETEC) y su eficacia experimental y en el campo está demostrada, aunque pueden existir diferencias entre las diversas vacunas comercializadas (Gonzalez et al., 2021; Maier et al., 2022). Una nueva vacuna ha sido autorizada en la UE para su uso frente a la criptosporidiosis del ternero. Esta vacuna incluye en su formulación a la glicoproteína gp40 del parásito (Bhalchandra et al., 2023). Hasta el momento, los resultados de un estudio controlado mostraron que la vacuna es segura, puede inducir títulos elevados de anticuerpos anti-gp40 y reduce la puntuación promedio de diarrea en los terneros tratados (Timmermans et al., en prensa). Estos resultados prometedores garantizan su utilización en condiciones de campo para evaluar su eficacia en las explotaciones de vaca nodriza.

7) Tratamientos metafilácticos y terapéuticos. Los fármacos disponibles para combatir la DN son pocos. En primer lugar, los criterios para usar antibióticos para tratar las infecciones por *E. coli* están bajo debate por el riesgo de provocar disbiosis en el recién nacido que podría agravar la diarrea. Se recomienda, en principio, en aquellos casos en los que se presuma que puede producirse una enfermedad sistémica. En el caso de las infecciones por rotavirus y coronavirus no hay tratamiento etiológico y la única medida eficaz disponible es la vacunación de las madres durante el preparto. En el caso de la criptosporidiosis, el lactato de halofuginona es el único medicamento comercializado disponible para tratar terneros enfermos en diversos países europeos. Este fármaco está aprobado para su uso tanto en la prevención como en el tratamiento de la criptosporidiosis en terneros, aunque en la UE no puede utilizarse como herramienta profiláctica. Como agente terapéutico, el medicamento debe administrarse, dentro de las 24 horas siguientes a la aparición de los signos clínicos, por vía oral durante siete días consecutivos. El sulfato de paromomicina también se comercializa en algunos países para tratar terneros. Sin embargo, ambos medicamentos solo inducen una reducción parcial en la eliminación de los ooquistes y en la gravedad de los signos clínicos. Además, estos medicamentos no se pueden usar en animales que hayan mostrado signos de diarrea durante más de 24 horas y deben administrarse durante varios días consecutivos, lo cual dificulta su administración en los sistemas extensivos de vaca nodriza. Por último, ambos fármacos pueden ocasionar efectos adversos que deben ser valorados.

8) Formación del personal. La implicación del personal de la granja y su formación en aspectos clave del manejo del ternero (atención al parto y al ternero recién nacido, encalostramiento, reconocimiento de la enfermedad y aplicación de tratamientos, bioseguridad y separación de terneros sanos y enfermos) es fundamental para mantener la mortalidad y morbilidad en unos niveles aceptables y prevenir y controlar las DN. Además, es conveniente que el personal disponga de protocolos escritos claros y concisos. Por último, deben mantenerse reuniones periódicas para repasar aspectos clave, establecer objetivos y evaluar conductas.

Referencias

Abuelo A, Cullens F, Brester JL. Effect of preweaning disease on the reproductive performance and first-lactation milk production of heifers in a large dairy herd. J Dairy Sci. 2021 Jun;104(6):7008-7017. doi: 10.3168/jds.2020-19791.

Akköse M, Özbeyaz C, Buczinski S. Evaluation of 2 refractometers to estimate different passive immunity status in Simmental dairy calves. Prev Vet Med. 2022 Dec;209:105778. doi: 10.1016/j.prevetmed.2022.105778.

APHA, SRUC, Veterinary investigation diagnosis analysis (VIDA) report (2014). ttps://www.gov.uk/government/publications/veterinary-investigation-diagnosis-analysis-vida-report-2014.

Bhalchandra S, Gevers K, Heimburg-Molinaro J, van Roosmalen M, Coppens I, Cummings RD, Ward HD. Identification of the glycopeptide epitope recognized by a protective *Cryptosporidium* monoclonal antibody. Infect Immun. 2023 Oct 17;91(10):e0027523. doi: 10.1128/iai.00275-23.

Barrier AC, Ruelle E, Haskell MJ, Dwyer CM. Effect of a difficult calving on the vigour of the calf, the onset of maternal behaviour, and some behavioural indicators of pain in the dam. Prev Vet Med. 2012 Mar 1;103(4):248-56. doi: 10.1016/j.prevetmed.2011.09.001.

Beef Cattle Research Council. 2019. Adoption Rates of Recommended Practices by Cow-calf Operators in Canada.—[accessed May, 20 2022]. https://www.beefresearch.ca/files/Adoption_Rates_of_Recommended_Practices_by_Cow-Calf_Operators_in_Canada_-_March_2019_Final.pdf.

Bejar JP, Piñeiro, P, Vicente MI, Fraile L y Elvira L. Respuesta comparativa de dos vacunas monodosis para el control de diarrea neonatal en terneros en ganado vacuno.XXVI Congreso Internacional ANEMBE de Medicina Bovina, Córdoba 24-26 abril, 2024.

Breuer RM, Wiley C, Dohlman T, Smith JS, McKeen L, Kreuder AJ. Comparison of turbidometric immunoassay and brix refractometry to radial immunodiffusion for assessment of colostral immunoglobulin concentration in beef cattle. J Vet Intern Med. 2023 Sep-Oct;37(5):1934-1943. doi: 10.1111/jvim.16833.

Cho YI, Han JI, Wang C, Cooper V, Schwartz K, Engelken T, Yoon KJ. Case-control study of microbiological etiology associated with calf diarrhea. Vet Microbiol. 2013 Oct 25;166(3-4):375-85. doi: 10.1016/j.vetmic.2013.07.001

Conrady B, Brunauer M, Roch FF. *Cryptosporidium* spp. infections in combination with other enteric pathogens in the global calf population. Animals (Basel). 2021 Jun 15;11(6):1786. doi: 10.3390/ani11061786.

de la Fuente R, García A, Ruiz-Santa-Quiteria JA, Luzón M, Cid D, García S, Orden JA, Gómez-Bautista M. Proportional morbidity rates of enteropathogens among diarrheic dairy calves in central Spain. Prev Vet Med. 1998 Aug 7;36(2):145-52. doi: 10.1016/s0167-5877(98)00077-4.

Dewell RD, Hungerford LL, Keen JE, Laegreid WW, Griffin DD, Rupp GP, Grotelueschen DM. Association of neonatal serum immunoglobulin G1 concentration with health and performance in beef calves. J Am Vet Med Assoc. 2006 Mar 15;228(6):914-21. doi: 10.2460/javma.228.6.914.

Eibl C, Bexiga R, Viora L, Guyot H, Félix J, Wilms J, Tichy A, Hund A. The Antibiotic Treatment of Calf Diarrhea in Four European Countries: A Survey. Antibiotics (Basel). 2021 Jul 26;10(8):910. doi: 10.3390/antibiotics10080910.

Filteau V, Bouchard E, Fecteau G, Dutil L, DuTremblay D. Health status and risk factors associated with failure of passive transfer of immunity in newborn beef calves in Québec. Can Vet J. 2003 Nov;44(11):907-13.

Gamsjäger L, Haines DM, Lévy M, Pajor EA, Campbell JR, Windeyer MC. Total and pathogen-specific serum Immunoglobulin G concentrations in neonatal beef calves, Part 1: Risk factors. Prev Vet Med. 2023 Nov;220:106026. doi: 10.1016/j.prevetmed.2023.106026.

García García MJ, Maroto Molina F, Pérez Marín CC, Pérez Marín DC. Potential for automatic detection of calving in beef cows grazing on rangelands from Global Navigate Satellite System collar data. Animal. 2023 Aug;17(8):100901.doi: 10.1016/j.animal.2023.100901.

Garcia-Ispierto I, López-Gatius F. Benefits and Risks of Preventing Twin Pregnancies. Animals (Basel). 2021 Jan 11;11(1):148. doi: 10.3390/ani11010148.

Gonzalez R, Elvira L, Carbonell C, Vertenten G, Fraile L. The Specific Immune Response after Vaccination against Neonatal Calf Diarrhoea Differs between Apparent Similar Vaccines in a Case Study. Animals (Basel). 2021 Apr 25;11(5):1238. doi: 10.3390/ani11051238.

Holland RE. Some infectious causes of diarrhea in young farm animals. Clin Microbiol Rev. 1990 Oct;3(4):345-75. doi: 10.1128/CMR.3.4.345.

Homerosky ER, Caulkett NA, Timsit E, Pajor EA, Kastelic JP, Windeyer MC. Clinical indicators of blood gas disturbances, elevated L-lactate concentration and other abnormal blood parameters in newborn beef calves. Vet J. 2017 Jan;219:49-57. doi: 10.1016/j.tvjl.2016.12.001.

Larson RL, Tyler JW, Schultz LG, Tessman RK, Hostetler DE. Management strategies to decrease calf death losses in beef herds. J Am Vet Med Assoc. 2004 Jan 1;224(1):42-8. doi: 10.2460/javma.2004.224.42.

Maier GU, Breitenbuecher J, Gomez JP, Samah F, Fausak E, Van Noord M. Vaccination for the Prevention of Neonatal Calf Diarrhea in Cow-Calf Operations: A Scoping Review. Vet Anim Sci. 2022 Feb 19;15:100238. doi: 10.1016/j.vas.2022.100238.

McGee M, Earley B. Review: passive immunity in beef-suckler calves. Animal. 2019 Apr;13(4):810-825. doi: 10.1017/S1751731118003026.

Mee, J.F. Morbilidad y mortalidad en terneros de carne criados en sistemas extensivos. XXIV Congreso Internacional ANEMBE de Medicina Bovina, Sevilla 22-24 mayo, 2019.

Montoya G, Tejero C, Carbonell C, Casado AB y Elvira L, ¿Qué visión tienen los veterinarios del impacto de la diarrea neonatal en las granjas de nuestro país? XXVI Congreso Internacional ANEMBE de Medicina Bovina, Córdoba 24-26 abril, 2024.

Murray CF, Fick LJ, Pajor EA, Barkema HW, Jelinski MD, Windeyer MC. Calf management practices and associations with herd-level morbidity and mortality on beef cow-calf operations. Animal. 2016 Mar;10(3):468-77. doi: 10.1017/S1751731115002062.

NAHMS-USDA 2021. Morbidity and mortality in U.S. preweaned dairy heifer calves NAHMS dairy 2014 study calf component.

O'Shaughnessy, J., Earley, B., Barrett, D., Doherty, M.L., Crosson, P., de Waal, T., Mee, J.F., 2015. Disease screening profiles and colostrum management practices on 16 Irish suckler beef farms. Ir. Vet. J. 68, 1. https://doi.org/10.1186/s13620-014-0029-7.

Provacuno. Análisis del sector vacuno de carne español. Editorial Agrícola Española, S.A. 2022.

Raboisson D, Trillat P, Cahuzac C. Failure of Passive Immune Transfer in Calves: A Meta-Analysis on the Consequences and Assessment of the Economic Impact. PLoS One. 2016 Mar 17;11(3):e0150452. doi: 10.1371/journal.pone.0150452.

Recca A, Calvo E, Crouch CF, Navetat H, Rizet C, Guijarro R, Perez-Garcia J, Francis MJ. Comparative lactogenic antibody responses of cattle from European field trials with a new enteric disease vaccine. Vet Rec. 2003 Jun 14;152(24):751-2. doi: 10.1136/vr.152.24.751.

Santos R, Cachapa A, Carvalho GP, Silva CB, Hernández L, Costa L, Pereira LS, Minas M, Vala H. Mortality and Morbidity of Beef Calves in Free-Range Farms in Alentejo, Portugal-A Preliminary Study. Vet Med Int. 2019 Oct 16;2019:3616284. doi: 10.1155/2019/3616284.

Sanz A, Casasús I, Bernués A, Revilla R. Manejo reproductivo de vacas nodrizas compatible con la normativa de la producción ecológica. Albeitar. 67: 34-36.

Scasta et al., 2018. Rangeland Ecology & Management Volume 71, Issue 6, November 2018, Pages 815-826.

Schinwald M, Creutzinger K, Keunen A, Winder CB, Haley D, Renaud DL. Predictors of diarrhea, mortality, and weight gain in male dairy calves. J Dairy Sci. 2022 Jun;105(6):5296-5309. doi: 10.3168/jds.2021-21667.

Sejian V, Bhatta R, Gaughan JB, Dunshea FR, Lacetera N. Review: Adaptation of animals to heat stress. Animal. 2018 Dec;12(s2):s431-s444. doi: 10.1017/S1751731118001945.

Shaw HJ, Innes EA, Morrison LJ, Katzer F, Wells B. Long-term production effects of clinical cryptosporidiosis in neonatal calves. Int J Parasitol. 2020 May;50(5):371-376. doi: 10.1016/j.ijpara.2020.03.002.

Timmermans M, Hubers W, Schroer D, Gevers K, Segers R, Niessen R, van Roosmalen M. The first commercially approved efficacious *Cryptosporidium* vaccine protecting new-born calves from severe diarrhea. Veterinary Vaccine (en prensa). https://doi.org/10.1016/j.vetvac.2024.100054.

Todd, C.G., McGee, M., Tiernan, K., Crosson, P., O'Riordan, E., McClure, J., Lorenz, I., Earley, B., 2018. An observational study on passive immunity in Irish suckler beef and dairy calves: Tests for failure of passive transfer of immunity and associations with health and performance. Prev. Vet. Med. 159, 182–195. https://doi.org/10.1016/J.PREVETMED.2018.07.014.

Tora E, Abayneh E, Seyoum W, Shurbe M. Longitudinal study of calf morbidity and mortality on smallholder farms in southern Ethiopia. PLoS ONE 2021 16(9): e0257139. https://doi. org/10.1371/journal.pone.0257139.

Twomey AJ, Cromie AR. Impact of age at first calving on performance traits in Irish beef herds. J Anim Sci. 2023 Jan 3;101:skad008. doi: 10.1093/jas/skad008.

Urie NJ, Lombard JE, Shivley CB, Kopral CA, Adams AE, Earleywine TJ, Olson JD, Garry FB. Preweaned heifer management on US dairy operations: Part V. Factors associated with morbidity and mortality in preweaned dairy heifer calves. J Dairy Sci. 2018

Oct;101(10):9229-9244. doi: 10.3168/jds.2017-14019.

Waldner CL, Rosengren LB. Factors associated with serum immunoglobulin levels in beef calves from Alberta and Saskatchewan and association between passive transfer and health outcomes. Can Vet J. 2009 Mar;50(3):275-81.

Wang D, Gao H, Zhao L, Lv C, Dou W, Zhang X, Liu Y, Kang X, Guo K. Detection of the dominant pathogens in diarrheal calves of Ningxia, China in 2021-2022. Front Vet Sci. 2023 Apr 17;10:1155061. doi: 10.3389/fvets.2023.1155061.

IMPACTO DEL AMBIENTE PRENATAL EN LA VIDA POSTNATAL DE LOS TERNEROS

Albina Sanz[1*], Isabel Casasús[1], Leire López de Armentia[1], Olaia Akesolo-Atutxa[1], Javier Ferrer[1], Guillermo Ripoll[1], Nieves Escalera-Moreno[2], Ester Molina[2], Beatriz Serrano[2], Javier Álvarez-Rodríguez[2], Daniel Villalba[2], Eva Monleón[3], Agustí Noya[1]

[1] Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (CITA) de Aragón. Instituto Agroalimentario de Aragón – IA2 (CITA-Universidad de Zaragoza). Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza, España. *Autor para correspondencia: asanz@aragon.es

[2] Dpto. Ciencia Animal, Universidad de Lleida, Avda. Rovira Roure 191, 25198 Lleida, España.

[3] Dpto. Anatomía e Histología Humanas. Universidad de Zaragoza. C/Domingo Miral s/n, 50009 Zaragoza, España.

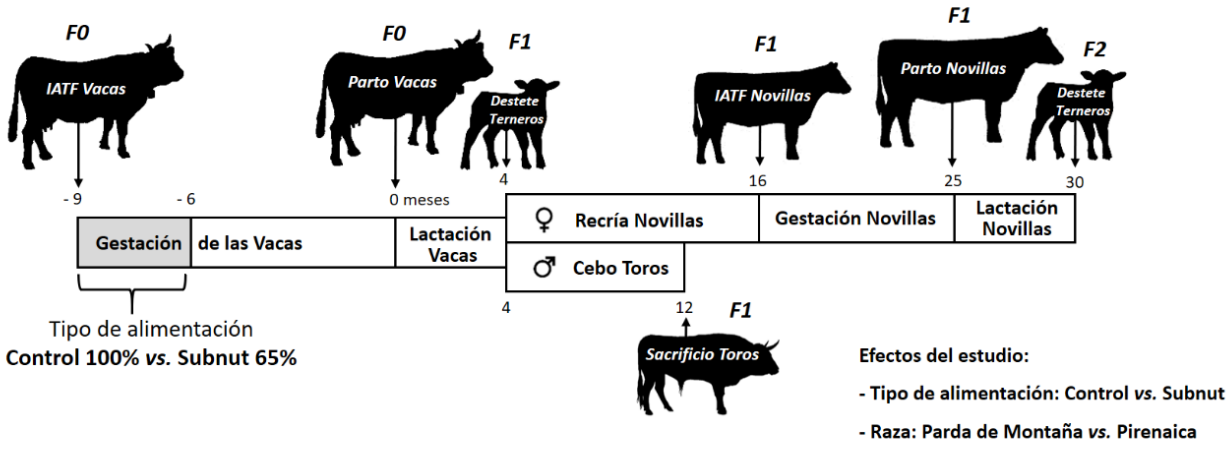
1. INTRODUCCIÓN

El sistema de producción en la vaca nodriza se desarrolla en condiciones cada vez más extensivas para reducir los costes de alimentación, por lo que es habitual que las vacas sufran periodos de subnutrición durante su ciclo de producción. El efecto que puede tener un periodo de subnutrición en la vaca nodriza dependerá de la fase del ciclo productivo en la que se encuentre. Los efectos negativos de una restricción alimentaria en el último tercio de gestación y/o durante la lactación sobre los rendimientos de las vacas nodrizas han sido objeto de múltiples estudios, con el objetivo de mejorar su eficiencia productiva (Sanz et al., 2001; Sanz et al., 2004). En la última década, investigadores del CITA de Aragón y las Universidades de Lleida y Zaragoza nos hemos centrado en analizar los efectos que puede tener la **subnutrición durante la gestación temprana**, periodo en el que se producen procesos clave para el desarrollo embrionario o fetal, sobre los rendimientos del conjunto vaca-ternero. Ante un ambiente uterino adverso, el feto modificará su programación fetal mediante mecanismos epigenéticos para desarrollar un fenotipo "ahorrador" (Barker et al., 1989), adoptando nuevas estrategias fisiológicas para hacer frente a la escasez de nutrientes. Estas adaptaciones fisiológicas pueden provocar cambios irreversibles e incrementar el riesgo de desarrollar enfermedades metabólicas durante la vida postnatal del individuo y de las siguientes generaciones (Long et al., 2010). En esta ponencia se resumen los principales efectos de la subnutrición materna observados a corto, medio y largo plazo sobre el conjunto vaca-ternero en los ensayos realizados por este grupo de trabajo.

2. MATERIAL Y METODOS

Se realizó un amplio estudio, dividido en 4 fases, en función de la etapa fisiológica de los animales, desde el inicio de la gestación de las vacas nodrizas hasta el destete de sus nietos (Figura 1). La fase de GESTACIÓN se inició con la sincronización de celos e inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) de 115 vacas multíparas (F0) de las razas Parda de Montaña y Pirenaica que estaban criando a su ternero. Las vacas se distribuyeron en dos lotes en función del nivel de alimentación cubierto durante los primeros 82 días de gestación (100 vs. 65% necesidades de mantenimiento, gestación y lactación). A continuación, todas las vacas recibieron una dieta que cubrió el 100% de sus necesidades durante el resto de la gestación y de la siguiente lactación. En la fase de LACTACIÓN los terneros (F1) se alimentaron únicamente de leche materna (dos periodos diarios de 30 min de acceso a la madre), y se destetaron a los 120 días de edad. En la fase de RECRÍA, las terneras hembras (a partir de ahora, novillas) se alimentaron con 2 kg/animal/día de concentrado y heno de pradera y paja ad libitum. A los 16 meses de edad se sometieron a un tratamiento de sincronización de celos e IATF. Tras el parto, los terneros (F2, nietos de las vacas sometidas a los dos niveles de alimentación durante el primer tercio de gestación) se alimentaron exclusivamente de leche de sus respectivas madres, a las que tuvieron acceso ilimitado, y se destetaron a los 105 días de edad. En la fase de CEBO, los terneros F1 machos (a partir de ahora toros) se alimentaron con una dieta a base de concentrado y paja ad libitum durante un periodo de 8 meses, y se sacrificaron al año de vida. De forma muy breve, durante el estudio se registraron regularmente, entre otros, los pesos de los animales, la condición corporal de las vacas y novillas (CC, escala de 1 a 5), y se recogieron muestras periódicas de sangre para analizar la evolución de las concentraciones plasmáticas de diversos metabolitos y hormonas, así como la expresión de genes estimulados por el interferón tau (IFN-τ) como el OAS1 y MX1.

Figura 1. Diseño experimental del estudio de los efectos de la subnutrición durante el primer tercio de gestación de las vacas nodrizas (Proyecto INIA-RTA2013-059-C02) (IATF, inseminación artificial a tiempo fijo; Control, vacas alimentadas al 100% de sus necesidades durante el primer tercio de gestación; Subnut, vacas alimentadas al 65%).



3. RESULTADOS

3.1. Efectos sobre las vacas y sus terneros durante la fase de GESTACIÓN

Durante el periodo en el que se aplicó la subnutrición (primeros 82 días de gestación), las vacas subnutridas redujeron su peso vivo y su condición corporal (Noya et al., 2020). La subnutrición aplicada se vio reflejada en los perfiles metabólicos, endocrinos y hematológicos de estos animales (Noya et al., 2019a). En las vacas subnutridas se observó una mayor concentración de ácidos grasos no esterificados (AGNE) a causa de una mayor movilización de las reservas lipídicas, una menor concentración plasmática de IGF-1 y una disminución del recuento de granulocitos y plaquetas. Estos efectos fueron más severos en la raza Pirenaica que en la Parda de Montaña.

La restricción alimentaria no afectó a la tasa de fertilidad (77%) obtenida tras la subnutrición aplicada, que fue elevada dada la técnica utilizada (IATF), debido, entre otros, al protocolo de sincronización usado y a la óptima CC de las vacas en el momento de la IATF (2,8 sobre 5). La subnutrición temprana no afectó al reconocimiento y mantenimiento de la gestación (Serrano-Pérez et al., 2020). La dieta no influyó en la expresión de genes estimulados por el IFN-τ los días 18 y 21 post-IATF, aunque la subnutrición podría haber incrementado el riesgo de pérdidas embrionarias. Por otra parte, se observó un aumento de la expresión de enzimas antioxidantes (SOD1) en las vacas subnutridas respecto al grupo control, lo que sugiere un mayor daño oxidativo asociado a la restricción alimentaria (Serrano-Pérez et al., 2021). Los cambios en la expresión de los genes OAS1 y MX1 entre el día 18 y 21 post-IATF fueron un buen indicador para diagnosticar el estado de preñez de una vaca. Los niveles de progesterona y PSPB (Proteínas asociadas a la preñez tipo B) en vacas gestantes y no gestantes no se vieron afectados por su nivel de alimentación, debido al buen estado nutricional de las vacas (Noya et al., 2020). En las vacas gestantes, los niveles plasmáticos de PSPB aumentaron desde el día 25 al día 28 post-IATF, independientemente de la dieta del animal, mientras que en vacas no gestantes los niveles de PSPB disminuyeron ligeramente. En nuestras condiciones de trabajo (mínimo 73 días desde el último parto), el kit comercial usado para el análisis de PSPB mostró unos buenos resultados de sensibilidad y especificidad a partir del día 26 post-IATF.

A partir del primer tercio de gestación, los terneros que las vacas estaban criando durante los tratamientos nutritivos se destetaron y finalizaron los tratamientos diferenciados. La dieta aplicada durante los últimos 6 meses de gestación (100% de sus necesidades) permitió que las vacas subnutridas en el primer tercio de gestación restablecieran sus parámetros hematológicos, con valores similares a los del grupo control en el último mes de gestación (Noya et al., 2019a). Tampoco se observó ningún efecto de la dieta recibida ni de la raza sobre la concentración plasmática de inmunoglobulinas G (IgG) y M (IgM) de las vacas un mes antes de la fecha prevista de parto (Noya et al., 2019b).

3.2. Efectos sobre las vacas durante la siguiente fase de LACTACIÓN

Las vacas subnutridas en el primer tercio de gestación presentaron un peso al parto similar al de las vacas control, ya que durante los dos últimos tercios de la gestación compensaron la diferencia establecida por el tratamiento nutritivo. No obstante, su CC al parto fue inferior a la de las vacas control, hecho que influyó en la mayoría de los parámetros productivos de vacas y terneros durante la lactación (Noya et al., 2019b), destacando el importante papel que juega el estado nutricional de un animal dentro de su ciclo de producción, siendo la alimentación un pilar básico en el buen funcionamiento de una explotación ganadera.

La dieta recibida durante la gestación temprana no afectó a la concentración plasmática de IgG e IgM de las vacas en el momento del parto, pero se observó un descenso en su concentración desde el último mes de gestación (en el caso de las IgM este descenso no fue significativo). Unas semanas antes del parto, la vaca empieza a producir calostro y las Ig son transferidas desde el plasma sanguíneo a la glándula mamaria, produciéndose una reducción fisiológica en su concentración plasmática (Franklin et al., 2005; Herr et al., 2011). El calostro de las vacas Pirenaicas subnutridas tuvo una menor concentración de IgG que sus homólogas Pardas, mientras que no hubo diferencias entre razas en los grupos control. Esta caída de IgG en calostro no se reflejó en los niveles plasmáticos de Ig de los terneros los primeros 10 días de vida. Independientemente de la dieta durante la gestación temprana y de la raza, se observó que durante las primeras horas postparto la concentración de Ig en el calostro disminuía alrededor de un 50% debido a que, inmediatamente después del parto, se detiene la transferencia de Ig desde la sangre materna al calostro (Barrington y Parish, 2001), de ahí la importancia de asegurar en el recién nacido la ingesta de calostro dentro de las primeras 4 horas de vida para la correcta transferencia de inmunidad pasiva.

En cuanto a la producción de leche tres semanas después del parto, la subnutrición durante el primer tercio de gestación disminuyó el porcentaje de grasa de la leche. Esta disminución podría estar asociada a la menor producción de leche (aunque no de forma significativa) de las vacas subnutridas, produciéndose un efecto de concentración en sus constituyentes (Jenkins y McGuire, 2006).

La restricción alimentaria en la gestación previa no afectó a la duración del anestro postparto de las vacas, debido a la adecuada CC parto. A lo largo de la lactación (120 días de duración), todas las vacas perdieron peso excepto el grupo de vacas Pirenaicas subnutridas; contrariamente, la CC fue aumentando. Una vez disminuyeron las grandes necesidades nutricionales derivadas de las últimas etapas de gestación y del inicio de la lactación, las vacas empezaron a reponer sus reservas de tejido graso (Noya et al., 2019b). En las primeras etapas postparto son frecuentes estas discordancias entre la evolución del peso vivo y la CC. El aumento de CC que observamos se reflejó en los perfiles metabólicos de las vacas, ya que al aumentar las reservas corporales los niveles de AGNE se reducían, coincidiendo con la disminución de la producción de leche una vez pasado el pico de producción.

3.3. Efectos sobre los terneros durante la fase de LACTACIÓN

La subnutrición materna durante el primer tercio de gestación no afectó al peso al nacimiento de los terneros, ni al test de vitalidad realizado a los neonatos. Sin embargo, los terneros Pirenaicos tuvieron mejores resultados que los Pardos, debido probablemente a que su menor peso al nacimiento facilitó el proceso del parto y redujo el sufrimiento fetal (Noya et al., 2019a,b).

Los valores de los parámetros hematológicos de los terneros al nacimiento no se vieron afectados por la subnutrición materna, pero se observó un retraso en la maduración de su sistema hematopoyético (Noya et al., 2019a). Durante el desarrollo fetal, a consecuencia de un ambiente uterino de hipoxia relativa, los eritrocitos son de mayor tamaño y contienen hemoglobina fetal. A partir del nacimiento, estos eritrocitos se van sustituyendo por nuevos eritrocitos de menor tamaño que contienen hemoglobina B (Brun-Hansen et al., 2006). En nuestro estudio, en los terneros procedentes de madres control se observó durante los primeros días de vida una reducción fisiológica de los valores de hematocrito, hemoglobina, hemoglobina corpuscular media y volumen corpuscular medio, mientras que en los terneros procedentes de madres subnutridas no llegó a observarse dicha reducción. Estos resultados indicarían que una subnutrición fetal en la gestación temprana ha podido incidir también en el desarrollo embrionario del sistema hematopoyético, que empieza a partir de la tercera semana post-concepción

y se mantiene durante toda la gestación (Tchernia, 1989).

Los parámetros metabólicos y endocrinos de los terneros al nacimiento también se vieron afectados por la alimentación materna durante la gestación temprana. En los terneros procedentes de madres subnutridas se observó una reducción de la concentración plasmática de IGF-1 (Noya et al., 2019a). En línea con los resultados descritos por Gallaher et al. (1998), la subnutrición materna pudo haber afectado al sistema de regulación de la IGF-1 durante el desarrollo fetal, alterando los niveles de esta hormona en el recién nacido. Contrariamente, la concentración plasmática de cortisol en terneros procedentes de madres subnutridas estuvo incrementada al nacimiento. La subnutrición materna podría haber aumentado la producción de cortisol en el feto y haber alterado la funcionalidad del eje hipotalámico-hipofisario-adrenal. Estos resultados muestran cómo, a través de un estímulo o situación ambiental durante el desarrollo gestacional, el embrión o feto desarrolla estrategias adaptativas (en las que la epigenética juega un papel fundamental) que modificarán sus respuestas fisiológicas ante un estímulo. Sin embargo, si estos cambios fenotípicos persisten durante la vida adulta del animal, nos encontraremos ante un individuo con una fisiología que no se adaptará a las condiciones habituales de las explotaciones ganaderas, aumentando la posibilidad de desarrollar enfermedades crónicas (síndrome metabólico, adiposidad o diabetes).

La subnutrición materna aplicada en nuestro estudio no afectó a la transferencia de inmunidad pasiva y, a pesar de que el calostro procedente de madres Pirenaicas subnutridas presentó una menor concentración de IgG, no se vieron afectadas las concentraciones plasmáticas de IgG e IgM de los terneros a las 48 horas de vida (Noya et al., 2019b). Estos resultados indican que la concentración de inmunoglobulinas presentes en el calostro es elevada *per se*, para asegurar la correcta transferencia de anticuerpos aún en el caso de que, por diferentes circunstancias, se reduzca su concentración. Estos resultados también indican que la subnutrición materna no afectó al desarrollo durante la gestación de los mecanismos de absorción de las células del epitelio intestinal para poder transferir estos anticuerpos desde el lumen intestinal a la circulación sanguínea. En nuestro estudio, no se detectaron diferencias en la morbilidad o mortalidad de los terneros analizados en función de su alimentación materna o raza, asumiendo una correcta transferencia de inmunidad pasiva en todos los grupos. No obstante, sí que se estableció una relación positiva entre la concentración de anticuerpos presentes en el calostro y en el plasma de los terneros y el crecimiento de éstos durante la lactación.

A la tercera semana de lactación los terneros Pirenaicos procedentes de madres subnutridas registraron un consumo de leche inferior al de sus homólogos del grupo control, a pesar de que no había diferencias en la producción de leche de sus respectivas madres. Esto indicó que, especialmente en la raza Pirenaica, una restricción alimentaria durante la gestación podría haber limitado el desarrollo del aparato digestivo, ya fuera durante el desarrollo fetal, o durante las primeras semanas de vida, reduciendo su capacidad de ingesta y con evidentes consecuencias en su posterior desarrollo. Estos terneros Pirenaicos tuvieron un menor crecimiento durante la lactación, con un peso al destete un 19% inferior respecto a los terneros Pirenaicos del grupo control. Durante la primera semana de vida no se registraron diferencias entre las medidas morfométricas de los terneros, pero al destete los valores de estas medidas fueron menores en aquellos terneros procedentes de madres subnutridas. Estos resultados indican que la subnutrición causó una desaceleración en el desarrollo corporal de los terneros, especialmente en la raza Pirenaica. Un menor peso del ternero al destete, a consecuencia de un retraso en su crecimiento, generará un impacto económico inmediato en aquellas explotaciones de vacas nodrizas que, una vez destetados, optan por vender sus terneros para su engorde en otras explotaciones.

Estas diferencias de crecimiento se vieron reflejadas en los perfiles metabólicos y endocrinos de los terneros. En el caso de la IGF-1, hormona relacionada directamente con el crecimiento muscular y el desarrollo corporal, la concentración plasmática de los terneros Pirenaicos procedentes de madres subnutridas fue inferior a la de sus homólogos del grupo control durante los dos primeros meses de lactación. Además, hasta donde llega nuestro conocimiento, es la primera vez que se describe una relación transgeneracional entre la concentración plasmática de IGF-1 de la madre durante el primer tercio de la gestación, condicionada por la dieta, y la de su ternero durante la lactación 6 meses más tarde. Como se ha indicado anteriormente, la subnutrición materna durante la gestación temprana induciría cambios en la programación fetal del individuo para adaptarse a ese ambiente uterino restringido, aumentando la probabilidad de desarrollar patologías o alteraciones metabólicas durante su vida adulta (Velazquez, 2015).

En nuestro estudio, el retraso de la maduración del sistema hematopoyético en los terneros subnutridos, la alteración de sus perfiles endocrinos y su reducida capacidad de ingestión durante los primeros días de vida (cuando todavía era muy

pequeña la influencia que hubiera podido tener en el ternero la producción y composición de leche de su madre u otros factores ambientales) evidenciaron los efectos "congénitos" que la subnutrición materna había provocado durante el desarrollo fetal. La repercusión de estos efectos fue incrementándose durante la lactación, siendo más severos en la raza Pirenaica, de tal forma que al destete los terneros de esta raza procedentes de madres subnutridas manifestaron un importante retraso en su crecimiento y desarrollo.

3.4. Efectos sobre las novillas y su descendencia durante las fases de RECRÍA, GESTACIÓN y LACTACIÓN

La alimentación materna de las vacas durante la gestación temprana tuvo repercusiones a largo plazo en las terneras (a partir de ahora, novillas) durante su recría (Noya et al., 2019c). Al principio de la recría (4 meses de edad), las novillas procedentes de madres subnutridas tenían un peso un 15% inferior a las novillas cuyas madres recibieron una alimentación control. Durante la recría, estas diferencias desaparecieron, con pesos y medidas morfométricas similares entre grupos a la llegada a la pubertad (12 meses de edad) y en el momento de la IA (16 meses de edad). La ganancia media diaria de las novillas que procedían de madres subnutridas fue mayor que la de sus homólogas, aunque no de forma significativa. Estos resultados muestran que el retraso en el desarrollo corporal que sufrieron las novillas pudo ser compensado mediante una adecuada alimentación durante la recría, en línea con los resultados descritos por Freetly et al. (2000).

Consecuentemente, las novillas procedentes de madres subnutridas incrementaron sus necesidades energéticas y metabólicas, como reflejaron sus perfiles metabólicos con una mayor concentración plasmática de AGNE, urea y colesterol. Serán necesarios más estudios para determinar si esta alteración metabólica fue puntual y consecuencia únicamente de este crecimiento acelerado, o se debe a una alteración permanente del metabolismo lipídico de estos animales.

La subnutrición fetal no afectó a la edad a la pubertad, pero se vio una disminución del número de folículos antrales a los 16 meses de edad. Nuestros resultados, en línea con los obtenidos por Mossa et al. (2013), demostraron el efecto que puede ejercer un ambiente uterino adverso sobre la diferenciación de los folículos primordiales durante el desarrollo fetal del ovario, reduciendo el tamaño de la reserva ovárica. A pesar de esta disminución en el número de folículos antrales, se obtuvo una tasa de fertilidad media a la IATF del 80%, sin diferencias entre grupos. Estos buenos resultados se atribuyen al buen estado de desarrollo corporal de las novillas en el momento de la IATF. En nuestro estudio, las novillas tenían un peso superior al 70% de su peso adulto estimado, superando el umbral del 65% del peso adulto recomendado por Gasser (2013). No obstante, esta reducción del número de folículos antrales podría comprometer los rendimientos reproductivos de estas novillas en el futuro. Diferentes autores relacionan un mayor recuento de folículos antrales con una mayor eficiencia y duración de la vida reproductiva de un animal (Mossa et al., 2012), por lo que será necesario seguir analizando los parámetros reproductivos de estas novillas para determinar si la subnutrición materna puede afectar a largo plazo su eficiencia reproductiva.

La subnutrición materna no afectó al peso ni a la CC de las novillas en su primer parto, ni al peso de sus terneros al nacimiento, ni a los crecimientos de las novillas y su descendencia durante la siguiente lactación (destete a 100 días). No obstante, teniendo en cuenta que estos animales no alcanzan su peso y talla adulta hasta los 5 años de edad (Cano et al., 2016), serán necesarios más estudios para determinar si las diferencias de peso encontradas en la lactación se revirtieron definitivamente a la entrada a la pubertad, o pudieron haberse silenciado durante esta fase y reaparecer durante el posterior desarrollo de la novilla. En nuestro ensayo, cabe destacar que, a pesar de las diferencias registradas en los ritmos de crecimiento de las novillas en sus diferentes etapas, la edad al primer parto fue de 25 meses en todas ellas, independientemente de su alimentación materna y raza. En España, solo un 53% de las vacas nodrizas tienen su primer parto entre los 2 y los 3 años de edad (MAPA, 2018). Nuestro estudio puso de manifiesto la importancia de realizar un adecuado y constante manejo alimentario de una ternera, especialmente en la fase de recría, para mejorar la eficiencia reproductiva de una explotación. Por otro lado, estos resultados indican que la subnutrición peri-implantacional no tuvo consecuencias en los crecimientos de la descendencia de las novillas durante la lactación (tercera generación). Según nuestras referencias, muy pocos estudios han evaluado los efectos de la subnutrición materna a partir de la segunda generación en el ganado bovino. La dificultad logística, temporal y económica que entraña un estudio de tales características pone de manifiesto el valor de este estudio.

3.5. Efectos sobre los terneros machos durante la fase de CEBO

La alimentación materna durante el primer tercio de gestación afectó al crecimiento de los terneros Pirenaicos. Los terneros Pirenaicos de madres subnutridas fueron un 16% y un 12% más ligeros al destete y al sacrificio, respectivamente, que sus homólogos del grupo control (Noya et al., 2022). Algunos estudios, que describen un retraso en el crecimiento del ternero a causa de una alimentación materna deficiente, reportan un crecimiento compensatorio en las siguientes etapas de crecimiento si el ternero tiene acceso a una dieta de alta calidad y cantidad (Freetly et al., 2000; Greenwood y Cafe, 2007; Noya et al., 2019c). De hecho, Long et al. (2010) reportaron que terneros con una alimentación prenatal deficiente tendieron a ser más pesados en el momento del sacrificio que terneros que tuvieron una correcta alimentación prenatal durante la gestación temprana. En cambio, acorde con los resultados obtenidos en este estudio, Greenwood y Cafe (2007) afirmaron que la capacidad de crecimiento postnatal compensatorio tras una alimentación prenatal deficiente era limitada. En nuestro experimento, a pesar de que la alimentación era ad libitum, los terneros Pirenaicos de madres subnutridas no fueron capaces de compensar las diferencias de peso a sacrificio, lo que implicó un impacto negativo en el rendimiento económico de los terneros.

Los terneros Pirenaicos de madres subnutridas tuvieron una mayor concentración de AGNE a lo largo del periodo de cebo, debido probablemente a una mayor movilización de ácidos grasos procedentes de sus reservas lipídicas. Teniendo en cuenta que los terneros tenían una alimentación ad libitum, la movilización de sus reservas energéticas podría sugerir alguna alteración en el metabolismo energético.

Los terneros Pirenaicos de madres subnutridas tuvieron una menor concentración de IGF-1 durante la primera mitad del periodo de cebo, que estaría relacionada con el menor crecimiento y desarrollo corporal de éstos. Sin embargo, a partir de la segunda mitad del cebo no se detectaron diferencias significativas entre los grupos, lo que podría sugerir que los terneros Pirenaicos de madres subnutridas podrían empezar a compensar sus índices de crecimiento. De acuerdo con estos resultados, Maresca et al. (2018) describieron cómo terneros procedentes de madres subnutridas, con bajas concentraciones de IGF-1 al nacimiento, compensaron sus concentraciones durante su crecimiento postnatal.

Una vez sacrificados los terneros, todas las canales tuvieron una conformación y rendimientos similares, lo que significa que el porcentaje de peso vivo atribuible a las vísceras, piel, cabeza y extremidades distales fue similar en todos los grupos. Sin embargo, el peso medio de las canales de los terneros Pirenaicos de madres subnutridas fue un 12% inferior al de las canales de los terneros Pirenaicos control, penalizando el rendimiento económico de estos animales. Long et al. (2010) no encontraron efecto de la alimentación prenatal temprana en el peso de las canales de terneros sacrificados a 22 meses de edad. En nuestro estudio, los terneros Pirenaicos de madres subnutridas tuvieron una mayor cobertura grasa en sus canales. Eso sugiere que, acorde con la hipótesis del “fenotipo ahorrador”, estos terneros (que tuvieron un menor peso al sacrificio) priorizaron parte de la energía metabolizable de la ingesta a incrementar sus depósitos de tejido graso periférico, en detrimento de su crecimiento muscular. En otros estudios, Greenwood et al. (2006) reportaron un incremento de grasa subcutánea en la grupa (punto P8) en terneros procedentes de vacas alimentadas en pastos de baja calidad desde el día 80 de la gestación hasta el parto.

4. CONSIDERACIONES FINALES

- La subnutrición en el primer tercio de gestación (35%) tuvo efectos a corto plazo en las vacas nodrizas, que movilizaron sus reservas para afrontar el balance energético negativo.
- La subnutrición materna no afectó al desarrollo corporal del feto, pero sí modificó los mecanismos de regulación de su sistema endocrino.
- En la raza Pirenaica, la subnutrición materna redujo el crecimiento postnatal de los terneros (-19% peso a destete). Esta diferencia fue evidente hasta el sacrificio a 12 meses de los terneros machos cebados (-12%), que además mostraron una canal con más cobertura grasa, mientras que en el caso de las hembras la diferencia desapareció durante la recría.
- Los efectos de la subnutrición materna en el desarrollo corporal de la descendencia no se transmitieron a la segunda generación, al menos durante la lactación estudiada (100 días).

- La raza Pirenaica presentó una mayor sensibilidad que la raza Parda de Montaña a la restricción alimentaria, poniendo de manifiesto la modulación de los efectos de la subnutrición en función de la base genética de los animales.
- Del estudio se desprende la necesidad de que los ganaderos garanticen una adecuada alimentación de las vacas preñadas que a su vez estén criando un ternero, haciendo cambios sustanciales en el manejo de sus explotaciones, para permitir que las vacas nodrizas y su descendencia expresen su máximo potencial genético.

Para completar el estudio descrito y para tratar de dar respuesta a los resultados contradictorios encontrados en la bibliografía (Waldon et al., 2023), se está desarrollando en la actualidad el proyecto "Subnutrición fetal y suplementación con hidroxitirosol en un sistema productivo de vacuno de carne" (FETALNUT), en el que se estudia: (1) el efecto de la **subnutrición materna durante el último tercio de gestación** sobre la vida postnatal de la descendencia, ya que en el último tercio de gestación se da el 75% del crecimiento fetal; y (2) el **uso de hidroxitirosol** (polifenol presente en las hojas del olivo) en la dieta de las vacas como posible estrategia para prevenir o aliviar las consecuencias negativas de la subnutrición materna en la productividad de la descendencia, dado que aumenta la capacidad antioxidante del plasma y reduce el estrés oxidativo en la unidad fetoplacentaria, principales problemas en la restricción del crecimiento intrauterino relacionada con la subnutrición prenatal (Garcia-Contreras et al., 2019). Se mostrarán los primeros resultados obtenidos en este proyecto (López de Armentia et al., 2022; Escalera-Moreno et al., 2023) en la presente ponencia.

Agradecimientos: Al personal de la Finca "La Garcipollera", del CITA de Aragón y de la UdL; a Graciela Quintans (INIA Treinta y tres, Uruguay); al INIA (INIA-RTA2013-059-C02, Contrato de FPI A. Noya; INIA-RZP 2015-001); a la Agencia Española de Investigación (MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033 (FETALNUT), Contrato FPI de L. López de Armentia, Contratos de A. Noya y O. Akesolo)); al Gobierno de Aragón (Grupo de investigación INPASS A25_23R); a la Generalitat de Cataluña (2021 SGR 01361); a la Universidad de Lleida (Contrato predoctoral de N. Escalera-Moreno).

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barker D.J., Osmond C., Golding J., Kuh D., Wadsworth M.E. 1989. Growth in utero, blood pressure in childhood and adult life, and mortality from cardiovascular disease. British Medical Journal 298: 564-567. https://doi.org/10.1136/bmj.298.6673.564

Barrington G M., Parish S M. 2001. Bovine neonatal immunology. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice 17: 463-476. https://doi.org/10.1016/s0749-0720(15)30001-3

Brun-Hansen H C., Kampen A H., Lund A. 2006. Hematologic values in calves during the first 6 months of life. Veterinary Clinical Pathology 35: 182-187. https://doi.org/10.1111/j.1939-165x.2006.tb00111.x

Cano G., Blanco M., Casasús I., Cortés-Lacruz X., Villalba D. 2016. Comparison of B-splines and non-linear functions to describe growth patterns and predict mature weight of female beef cattle. Animal Production Science 56: 1787–1796. https://doi.org/10.1071/AN15089

Escalera-Moreno N., Álvarez-Rodríguez J., Villalba D., Molina E., Martín-Alonso M.J., López de Armentia L., Sanz A., Serrano-Pérez B. 2023. Efecto de la subnutrición preparto y el hidroxitirosol en el equilibrio pro- y anti-oxidante de la sangre durante el último tercio de gestación. XX Jornadas de Producción Animal AIDA. Zaragoza, 13-14/06/2023. Página 197. http://hdl.handle.net/10532/6550

Franklin S.T., Newman M.C., Newman K.E., Meek K.I. 2005. Immune parameters of dry cows fed mannan oligosaccharide and subsequent transfer of immunity to calves. Journal of Dairy Science 88: 766-775. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72740-5

Freetly H C., Ferrell C L., Jenkins T G. 2000. Timing of realimentation of mature cows that were feed-restricted during pregnancy influences calf birth weights and growth rates. Journal of Animal Science 78: 2790-2796. https://doi.org/10.2527/2000.78112790x

Gallaher B., Breier B., Keven C., Harding J., Gluckman P. 1998. Fetal programming of insulin-like growth factor (IGF)-1 and IGF-binding protein-3: Evidence for an altered response to undernutrition in late gestation following exposure to periconceptual undernutrition in the sheep. Journal of Endocrinology 159: 501-508. https://doi.org/10.1677/joe.0.1590501

Garcia-Contreras C., Vazquez-Gomez M., Barbero A., Pesantez J.L., Zinellu A., Berlinguer F., Gonzalez-Añover P., Gonzalez J., Encinas T., Torres-Rovira L., Nuñez Y., Ballesteros J., Ayuso M., Astiz S., Isabel B., Ovilo C., Gonzalez-Bulnes A. 2019. Polyphenols and IUGR pregnancies: Effects of maternal hydroxytyrosol supplementation on placental gene expression and fetal antioxidant status, DNA-methylation and phenotype. International Journal of Molecular Sciences 20: 1-16. https://doi.org/10.3390/ijms20051187

Gasser, C.L. 2013. Joint Alpharma-beef species symposium: Considerations on puberty in replacement beef heifers. Journal of Animal Science 91: 1336–1340. https://doi.org/10.2527/jas.2012-6008

Greenwood P.L., Cafe L.M. 2007. Prenatal and pre-weaning growth and nutrition of cattle: Long-term consequences for beef production. Animal 1: 1283-1296. https://doi.org/10.1017/S175173110700050X

Greenwood P.L., Cafe L.M., Hearnshaw H., Hennessy D.W., Thompson J.M., Morris S.G. 2006. Long-term consequences of birth weight and growth to weaning on carcass, yield and beef quality characteristics of piedmontese- and wagyu-sired cattle. Australian Journal of Experimental Agriculture 46: 257-269. https://doi.org/10.1071/EA05240

Herr M., Bostedt H., Failing K. 2011. IgG and IgM levels in dairy cows during the periparturient period. Theriogenology 75: 377-385. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2010.09.009

Jenkins T.C., McGuire M A. 2006. Major advances in nutrition: Impact on milk composition. Journal of Dairy Science 89: 1302-1310. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72198-1

Long N.M., Prado-Cooper M.J., Krehbiel C.R., DeSilva U., Wettemann R.P. 2010. Effects of nutrient restriction of bovine dams during early gestation on postnatal growth, carcass and organ characteristics, and gene expression in adipose tissue and muscle. Journal of Animal Science 88: 3251-3261. https://doi.org/10.2527/jas.2009-2512

López de Armentia L., Álvarez-Rodríguez J., Lamoglia L, Noya A., Sanz A., Serrano-Pérez B., Blanco-Penedo I. 2022. The effect of undernutrition and supplementation with hydroxytyrosol in late pregnancy on beef cattle social behavior. 1st Meeting of the Red CIBA and ISAE South West Europe Region. Barcelona, 14-15/07/2022. Book of abstracts, Página: 45. http://hdl.handle.net/10532/6083

MAPA 2018. Estudio del sector español de vacas nodrizas. Subdirección General de Productos Ganaderos, Dirección General de Producciones y Mercados Agrarios.

Maresca S., Lopez-Valiente S., Rodriguez A.M., Long N.M., Pavan E., Quintans G. 2018. Effect of protein restriction of bovine dams during late gestation on offspring postnatal growth, glucose-insulin metabolism and IGF-1 concentration. Livestock Science 212: 120-126. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.04.009

Mossa F., Carter F., Walsh S.W., Kenny D.A., Smith G.W., Ireland J.L.H., Hildebrandt T.B., Lonergan P., Ireland J., Evans A.C.O. 2013. Maternal undernutrition in cows impairs ovarian and cardiovascular systems in their offspring. Biology of Reproduction 88: 1-9. https://doi.org/10.1095/biolreprod.112.107235

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. 2012. Low numbers of ovarian follicles ≥3mm in diameter are associated with low fertility in dairy cows. Journal of Dairy Science 95: 2355-2361. https://doi.org/10.3168/jds.2011-4325

Noya A., Casasús I., Ferrer J., Sanz A. 2019b. Long-term effects of maternal subnutrition in early pregnancy on cow-calf performance, immunological and physiological profiles during the next lactation. Animals 9: 936. https://doi.org/10.3390/ani9110936

Noya A., Casasús I., Ferrer J., Sanz A. 2019c. Effects of developmental programming caused by maternal nutrient intake on postnatal performance of beef heifers and their calves. Animals 9: 1072. https://doi.org/10.3390/ani9121072

Noya A., Casasús I., Ripoll G., Sanz A. 2022. Long-term effects of early maternal undernutrition on the growth, physiological profiles, carcass and meat quality of male beef offspring. Research in Veterinary Science 142: 1-11. https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2021.10.025

Noya A., Casasús I., Rodríguez-Sánchez J.A., Ferrer J., Sanz A. 2020. A negative energy balance during the peri-implantational period reduces dam IGF-1 but does not alter progesterone or pregnancy-specific protein B (PSPB) or fertility in suckled cows. Domestic Animal Endocrinology 72: 106418. https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2019.106418

Noya A., Serrano-Pérez B., Villalba D., Casasús I., Molina E., López-Helguera I., Sanz A. 2019a. Effects of maternal subnutrition during early pregnancy on cow hematological profiles and offspring physiology and vitality in two beef breeds. Animal Science Journal 90: 857-869. https://doi.org/10.1111/asj.13215.

Sanz A., Bernués A., Villalba D., Casasús I., Revilla R. 2004. Influence of management and nutrition on postpartum interval in Brown Swiss and Pirenaica cows. Livestock Production Science 86: 179-191. https://doi.org/10.1016/S0301-6226(03)00165-9

Sanz A., Casasús I., Bernués A., Revilla R. 2001. Reinicio de la actividad folicular en vacas nodrizas sometidas a diferentes niveles de alimentación antes y después del parto. ITEA-Información Técnica Económica Agraria Vol. Extra 22: 727-729.

Serrano-Pérez B., Carbonell A., Noya A., Casasús I., Sanz A., López Helguera I., Álvarez Rodríguez J., Molina E., Villalba D. 2021. Maternal subnutrition increases antioxidant defences during peri-implantation period in beef cattle. 72st Annual Meeting of the European Federation of Animal Science (EAAP), pp. 476. https://doi.org/10.3920/978-90-8686-918-3.

Serrano-Pérez B., Molina E., Noya A., López-Helguera I., Casasús I., Sanz A., Villalba D. 2020. Maternal nutrient restriction in early pregnancy increases the risk of late embryo loss despite no effects on peri-implantation interferon-stimulated genes in suckler beef cattle. Research in Veterinary Science 128: 69-75. https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2019.10.023

Tchernia G. 1989. Erythropoiesis and erythrocytes in children, physiology and standards. Revue du Praticien 39: 2111-2116.

Velazquez M.A. 2015. Impact of maternal malnutrition during the periconceptional period on mammalian preimplantation embryo development. Domestic Animal Endocrinology 51: 27-45. https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2014.10.003

Waldon N., Nickles K., Parker A., Swanson K., Relling A. 2023. A review of the effect of nutrient and energy restriction during late gestation on beef cattle offspring growth and development Journal of Animal Science 101: 1-6. https://doi.org/10.1093/jas/skac319

SAFETYOFSILAGE: UN PROYECTO PARA COMPRENDER MEJOR LOS EFECTOS DE LA CALIDAD DEL ENSILADO EN EL RENDIMIENTO DE LOS ANIMALES Y LA CALIDAD DE LA LECHE.

Antonio Gallo

Department of Animal Science, Food and Nutrition (DIANA); Facoltà di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali; Università Cattolica del Sacro Cuore, Via Emilia Parmense, 84, 29100 Piacenza, Italy.

Email: antonio.gallo@unicatt.it

La variabilidad de los precios de la leche y los piensos ha aumentado desde mediados de la década de 1980 y representa uno de los principales retos económicos que deben controlarse en las explotaciones lecheras (Valvekar et al., 2010). De hecho, los costes asociados a la alimentación pueden representar entre el 45 % y más del 70 % de todos los costes directos e indirectos de una explotación lechera (Bozic et al., 2012). Aunque es difícil estandarizar de año en año la optimización tanto del rendimiento como de la calidad de los forrajes de cosecha propia, se trata de un requisito previo fundamental para maximizar el beneficio de la explotación o, al menos, reducir la importancia de los costes asociados a la alimentación animal (Buza et al., 2014). Hoy en día, los forrajes, y en particular el ensilado, son la principal fuente de nutrientes utilizados para la producción de leche en la mayoría de las explotaciones lecheras (Stokes, 2002). Además de proteínas y energía, los forrajes aportan energía y fibra efectiva, esta última favorece las actividades de masticación y rumia y, por consiguiente, salvaguarda la salud del rumen. Por lo general, la calidad químico-biológica y la cantidad de forrajes necesarios para satisfacer las exigencias nutricionales deben considerarse como el primer paso en el proceso normal de formulación de dietas para el ganado lechero. Luego, se añaden otros ingredientes dietéticos como cereales, piensos ricos en proteínas, subproductos y otros suplementos para equilibrar la aportación de nutrientes de los forrajes a la dieta. La importancia de los forrajes como base de las dietas para ganado lechero fue descrita por Paulson hace algunos años (Paulson J, 2007a) en una pirámide de alimentación revisada (Figura 1).

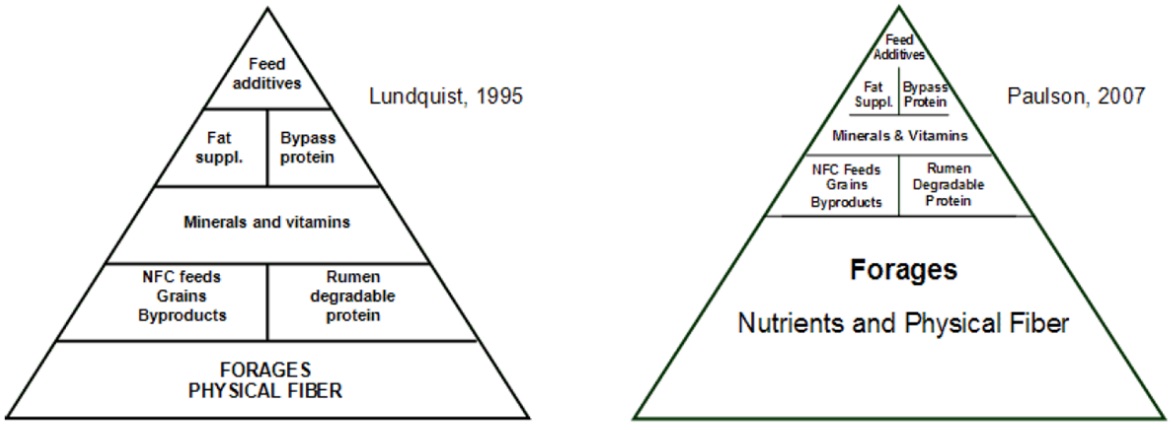


Figura 4. La pirámide de alimentación de las vacas lecheras (publicada por Paulson J, 2007b)

Por lo tanto, la definición correcta de un programa de gestión de forrajes bien planificado a nivel de explotación lechera debe basarse en la identificación del objetivo real del uso de forrajes de cosecha propia en las raciones, la definición de la calidad del forraje a partir de la gestión de los campos de cultivo, las técnicas de cosecha y las estrategias de almacenamiento y, por último, la formulación de raciones para maximizar el valor del forraje.

La calidad del forraje varía mucho entre y dentro de los cultivos forrajeros y su evaluación correcta suele basarse en diferentes

factores, principalmente sensoriales (vista, olfato, tacto) o parámetros de laboratorio (Givens et al., 2000; Spanghero et al., 2017). Mientras que los parámetros sensoriales, a pesar de su importancia, son subjetivos y están relacionados con la experiencia individual, las pruebas de laboratorio permiten caracterizar a los forrajes mediante una amplia variedad de parámetros fisicoquímicos, biológicos, fermentativos y microbiológicos. Sin embargo, el gran número de parámetros utilizados para determinar la calidad de los forrajes a menudo hace que su evaluación sea vaga y difícil de entender, por lo que recibe menos consideración de la que realmente merece (Stokes, 2002). Dentro de esta perspectiva, las nuevas técnicas estadísticas introducidas (es decir, los enfoques multivariantes) y aplicadas a la evaluación de la calidad de los piensos son útiles, ya que generan nuevos índices capaces de reducir el número de parámetros utilizados al determinar la calidad del forraje y hacer que la evaluación de los mismos sea objetiva y esté menos relacionada con la variación incontrolada de parámetros específicos.

Este es el contexto en el que se ha desarrollado la idea del proyecto Safety of Silage (Seguridad del Ensilado). En concreto, se trata de un ambicioso proyecto cuyo principal objetivo es relacionar la calidad nutricional, de seguridad e higiénica del ensilado y otros forrajes con los resultados económicos de la alimentación de las explotaciones lecheras (Atzori et al., 2021). En general, todos los modelos nutricionales animales desarrollados en los diferentes países (NRC, 2001 y ahora el nuevo NASEM 2021, INRA, 2018, NorFor 2011, CNCPS, ver 6.5 y versiones sucesivas; Tedeschi et al. xxx) han incluido una caracterización profunda de los alimentos utilizados en las dietas de vacas lecheras con el objetivo específico de proporcionar información correcta sobre la capacidad de los alimentos individuales que entran en las dietas de rumiantes para satisfacer las necesidades nutricionales del ganado (Olowu & Firincioğlu, 2019). En cualquier caso, las principales tablas de evaluación de piensos utilizadas en todos estos modelos se basan exclusivamente en evaluaciones químicas y biológicas de los piensos (la digestibilidad/degradabilidad de la materia orgánica o de diferentes nutrientes). En particular, los estudios recientes de Khan et al. (2015) y Kung et al. (2018) destacaron cómo algunos parámetros se consideran normalmente para evaluar la calidad nutricional del ensilado y otros forrajes. Estos parámetros están relacionados principalmente con la composición química (es decir, materia seca, CP, EE, azúcar, almidón, NDF, ADF, ADL, CP soluble, así como NDICP y ADICP), la digestibilidad/degradabilidad de los nutrientes de la dieta o sólo unos pocos parámetros fermentativos del ensilado (es decir, pH, nitrógeno amoniacal).

En cualquier caso, las fermentaciones microbianas que tienen lugar durante el ensilado producen diferentes productos finales que podrían modificar muchos aspectos nutritivos del forraje, así como su palatabilidad. La medición del pH o la producción de ácidos grasos volátiles y compuestos orgánicos volátiles (COV) son los principales aspectos que intervienen en la evaluación de la dinámica de las fermentaciones del ensilado. En general, el análisis relativo a los productos finales de la fermentación del ensilado podría utilizarse para determinar el estado de conservación del ensilado y explicar cualitativamente el escaso valor nutritivo del ensilado o la baja ingesta de estos forrajes por parte de los animales (Kung et al., 2018). En nuestra opinión, la mejor forma de evaluar la calidad del ensilado debería añadir a los rasgos químico-biológicos, también los rasgos fermentativos, los recuentos o las secuenciaciones microbiológicos y las determinaciones de micotoxinas. Esta evaluación ampliada es necesaria porque la fermentación del ensilado es muy compleja e implica muchos tipos de microorganismos y relaciones entre ellos.

¡Estamos ante una nueva era de evaluaciones de piensos!

En particular, los AGV comúnmente evaluados son el ácido láctico producido por bacterias lácticas (BAL), el ácido acético que podría mejorar la estabilidad cuando el ensilado se expone al aire, el ácido propiónico que suele encontrarse en bajas concentraciones en los buenos ensilados, el ácido butírico y otros isoácidos (valérico, isovalérico e isobutírico) que indican actividad metabólica de organismos clostridiales en copresencia con aminas biológicas. Sin embargo, se puede encontrar una variedad de otros compuestos orgánicos volátiles (COV) en los ensilados, incluyendo una variedad de alcoholes (por ejemplo, metanol, propanol), ésteres (por ejemplo, acetato de etilo, lactato de etilo), aldehídos, cetonas y glicoles (Krizsan et al., 2007;Daniel et al., 2013a; Weiss y Weiss, 2017). La evaluación de estos compuestos en los ensilados es importante debido a que los COV pueden afectar a la ingesta de alimento en las vacas lecheras y a su rendimiento (Weiss, 2017; Daniel et al., 2013 a,b; Bragatto et al., 2022). Otro aspecto incluido en la evaluación alimentaria del ensilado está relacionado con el recuento de microorganismos aerobios que causan el deterioro del ensilado (por ejemplo, levaduras y mohos). Sin embargo, el número total de mohos en el ensilado no debe utilizarse como indicador de micotoxinas (Gallo et al., 2015) y por estas razones, un nuevo enfoque a implantar para la evaluación del ensilado debe incluir también una evaluación cuidadosa de la contaminación por micotoxinas. El deterioro por hongos y la contaminación por micotoxinas son unos de los mayores riesgos de este tipo de

almacenamiento, resultando en la pérdida de nutrientes, la reducción del consumo de ensilado y, en consecuencia, un menor rendimiento animal (O'brien et al., 2008).

En conclusión, la evaluación de la calidad y la seguridad del ensilado es una cuestión compleja y depende de varios factores, como los parámetros químico-biológicos, los rasgos fermentativos, incluidos los COV, los recuentos microbiológicos o la detección de micotoxinas. Todas estas características del ensilado utilizado en las dietas de rumiantes pueden provocar cambios en el rendimiento y en la calidad de la leche, así como en el uso eficiente de los nutrientes. El enfoque que utilizamos en "Safety of Silage" persigue: i) mejorar la caracterización de los piensos ensilados y otros forrajes caracterizándolos mediante una plétora de parámetros como el parámetro químico-biológico, los rasgos fermentativos, los recuentos microbiológicos y las micotoxinas (Bassi et al., 2013; Gallo et al., 2016a, c; b) y ii) relacionar toda esta información con los resultados económicos de la alimentación en granja, así como con la digestibilidad de los nutrientes, el perfil de fermentación fecal y la producción y calidad de la leche (Atzori et al., 2021; Gallo et al., 2022; Mosconi et al., 2023). Para ello, el proyecto "Safety of Silage" adoptó un enfoque heurístico para relacionar las características de los piensos con el rendimiento de las explotaciones. El enfoque heurístico permite generar una base de datos multivariante con una diversidad de informaciones recogidas sobre los piensos, la ración total mezclada, las heces, la leche, los indicadores económicos, así como los rendimientos de las explotaciones. Todas estas caracterizaciones se analizaron mediante técnicas de estadística multivariante o de aprendizaje automatizado para mejorar la comprensión de los efectos de la seguridad del ensilado sobre el rendimiento de la explotación y la calidad de la leche. El grupo de investigación ha adoptado este nuevo enfoque de investigación a lo largo de los últimos 5-6 años, realizando un seguimiento intensivo de más de 200 explotaciones lecheras situadas en el valle del Po (Italia). Algunos de los resultados obtenidos mediante la adopción de este enfoque heurístico se expondrán en la presentación oral y representan resultados aún preliminares y potenciales del proyecto SafetyOfSilage.

Referencias

Bassi, D., C. Fontana, S. Zucchelli, S. Gazzola, and P.S. Cocconcelli. 2013. TaqMan real time-quantitative PCR targeting the phosphotransacetylase gene for Clostridium tyrobutyricum quantification in animal feed, faeces, milk and cheese. Int Dairy J 33:75–82. doi:10.1016/j.idairyj.2013.06.008.

Bozic, M., J. Newton, C.S. Thraen, and B.W. Gould. 2012. Mean-reversion in income over feed cost margins: Evidence and implications for managing margin risk by US dairy producers. Journal of Dairy Science 95:7417–7428. doi:10.3168/jds.2012-5818.

Buza, M.H., L.A. Holden, R.A. White, and V.A. Ishler. 2014. Evaluating the effect of ration composition on income over feed cost and milk yield. Journal of dairy science 97:3073–3080. doi:http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-7622.

Daniel, J.L.P., K. Weiß, L. Custódio, A.S. Neto, M.C. Santos, M. Zopollatto, and L.G. Nussio. 2013. Occurrence of volatile organic compounds in sugarcane silages. Anim Feed Sci Technol 185:101–105. doi:10.1016/j.anifeedsci.2013.06.011.

Gallo, A., D. Bassi, R. Esposito, P.S. Cocconcelli, and F. Masoero. 2016a. Relationships among ensiling, nutritional, fermentative, and microbiological traits and. doi:10.2527/jas2016-0479.

Gallo, A., T. Bertuzzi, G. Giuberti, M. Moschini, S. Bruschi, C. Cerioli, and F. Masoero. 2016b. New assessment based on the use of principal factor analysis to investigate corn silage quality from nutritional traits, fermentation end products and mycotoxins. J Sci Food Agric 96:437–448. doi:10.1002/jsfa.7109.

Gallo, A., G. Giuberti, S. Bruschi, P. Fortunati, and F. Masoero. 2016c. Use of principal factor analysis to generate a corn silage fermentative quality index to rank well- or poorly preserved forages. J Sci Food Agric 96:1686–1696. doi:10.1002/jsfa.7272.

Gallo, A., G. Giuberti, J. Frisvad, T. Bertuzzi, and K. Nielsen. 2015. Review on Mycotoxin Issues in Ruminants: Occurrence in Forages, Effects of Mycotoxin Ingestion on Health Status and Animal Performance and Practical Strategies to Counteract Their Negative Effects. Toxins (Basel) 7:3057–3111. doi:10.3390/toxins7083057.

Givens, D.I., E. Owen, H.M. Omed, and R.F.E. Axford. 2000. Forage Evaluation in Ruminant Nutrition.

Krizsan, S.J., F. Westad, T. Ådnøy, E. Odden, S.E. Aakre, and Å.T. Randby. 2007. Effect of volatile compounds in grass silage on

voluntary intake by growing cattle. Animal 1:283–292. doi:10.1017/S1751731107683773.

Kung, L., R.D. Shaver, R.J. Grant, and R.J. Schmidt. 2018. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. J Dairy Sci 101:4020–4033. doi:10.3168/JDS.2017-13909.

O'brien, M., D. Egan, P. O'kiely, P.D. Forristal, F.M. Doohan, and H.T. Fuller. 2008. Morphological and molecular characterisation of Penicillium roqueforti and P. paneum isolated from baled grass silage. Mycol Res 112:921–932. doi:10.1016/j.mycres.2008.01.023.

Paulson J. 2007a. Forage Quality Affects Profitability. Accessed April 26, 2018. https://www.extension.umn.edu/agriculture/dairy/forages/forage-quality-affects-profitability/.

Paulson J. 2007b. Forage Quality Affects Profitability. Accessed April 26, 2018. https://www.extension.umn.edu/agriculture/dairy/forages/forage-quality-affects-profitability/.

Spanghero, M., G. Magni, E. Boselli, M. Piombino, F. Mason, and G. Cozzi. 2017. Prediction of metabolisable energy content of commercial total mixed rations (TMR) for lactating dairy cows based on gas production measured into two TMR fractions. Animal Feed Science and Technology 226:65–70. doi:10.1016/j.anifeedsci.2017.01.010.

Stokes, S. 2002. The Importance of Forage Quality for Milk Production and Health 14:207–215.

Valvekar, M., V.E. Cabrera, and B.W. Gould. 2010. Identifying cost-minimizing strategies for guaranteeing target dairy income over feed cost via use of the Livestock Gross Margin dairy insurance program. Journal of Dairy Science 93:3350–3357. doi:10.3168/jds.2009-2815.

Weiss, K., and K. Weiss. 2017. Volatile organic compounds in silages-effects of management factors on their formation: a reVieW. Slovak J. Anim. Sci 50:55–67.

NUEVAS PERSPECTIVAS SOBRE EL PAPEL DE LA NUTRICIÓN CON CARBOHIDRATOS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE LA ECONOMÍA ALIMENTARIA EN LAS EXPLOTACIONES LECHERAS.

Antonio Gallo

Department of Animal Science, Food and Nutrition (DIANA); Facoltà di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali; Università Cattolica del Sacro Cuore, Via Emilia Parmense, 84, 29100 Piacenza, Italy.

Email: antonio.gallo@unicatt.it

Nuestros conocimientos sobre la caracterización, digestión y utilización de los carbohidratos de la dieta (CHO) ha cambiado a lo largo de los últimos 100 años, como han mostrado recientemente Hall y Mertens (2017). En particular, y en referencia a lo señalado en dicha publicación, entre los diferentes nutrientes que entran en la dieta animal, los CHO son únicos porque tienen funciones tanto digestivas como fisiológicas. Su digestibilidad es la más amplia de todos los nutrientes, desde el 100% de los azúcares hasta el 0% de la fibra no digerible. Además, los CHO, con lignina, suelen constituir la mayor parte de las dietas (70 a 80%). El rumen evolucionó para retener selectivamente la fibra con vistas a optimizar su utilización (Dufreneix et al., 2019); tanto los atributos químicos como físicos de los CHO afectan a la función ruminal, al patrón de fermentación ruminal y, en última instancia, al metabolismo y a la producción del ganado lechero. Así pues, las características nutricionales de los CHO tienen un gran impacto en los nutrientes digeribles y en la energía neta de la dieta. La exactitud de la caracterización de los CHO por sus variados efectos ha influido de forma similar y en gran medida en la utilidad de la investigación, en las recomendaciones de nutrientes y en la formulación de dietas para vacas lecheras.

En cuanto a los diferentes CHO, la fibra insoluble, definida como "la materia orgánica de digestión lenta o indigerible de un alimento o dieta que ocupa espacio en el rumen" (Mertens, 1997), es esencialmente una definición de fibra insoluble que se relaciona con el deseo original de medir la fracción indigestible de los piensos, reconociendo que la materia de digestión lenta es resistente a la digestión, y que la fibra representa el "efecto de llenado" de las dietas. La medición de la lignina indigerible como predictor de la fibra indigerible era importante, pero Van Soest (Van Soest, 1973, 1994) sugirió hace tiempo que la disponibilidad nutricional uniforme, más que la pureza química, era el criterio más importante para desarrollar métodos para medir la fibra insoluble total, postulando que una definición clara de fibra nutricional debería ser un estándar primario en el desarrollo de métodos analíticos para la fibra. En particular, Peter Van Soest observó que los contenidos celulares extraíbles de los forrajes (proteínas, lípidos, azúcares, almidones, pectina y otros CHO solubles en detergente neutro) tenían una digestibilidad nutricional uniforme y casi completa (98%), y que algunas de las fracciones de fibra FDN (celulosa y hemicelulosas) sólo estaban parcialmente disponibles para el proceso de digestión que tiene lugar en el tracto gastrointestinal de los animales y su disponibilidad depende también de la velocidad de paso. Obsérvese que la pectina y otras fracciones de fibra soluble, que es un componente de las paredes celulares de las plantas, no se incluye en los FDN. Por lo tanto, la FDN no incluye todos los componentes de la pared celular. Además, el sistema detergente no separa sus fracciones solubles e insolubles según la definición clásica de fibra aplicada a los animales de estómago simple: "La fracción del pienso o de la dieta que no puede ser hidrolizada por las enzimas de los mamíferos" (Hall y Mertens, 2017). Aunque la FDN se ajusta a esta definición, los CHO contienen pectinas, fructanos, galacto-oligosacáridos y otros CHO que no son digeribles por las enzimas de los mamíferos (fibra soluble), así como almidón y azúcares que, en cambio, pueden ser hidrolizados por los pools enzimáticos del huésped.

El ensilado de maíz (CS) es uno de los principales componentes de las dietas de ordeño para vacas lecheras de alto rendimiento y, a menudo, representa el forraje con mayor porcentaje (30-50%) de materia seca (MS) tanto en Norteamérica (como en Europa (Ferraretto y Shaver, 2012; Ferraretto et al., 2018). Así pues, la caracterización de la fibra de los CS incluidos en las dietas de las vacas lecheras parece fundamental para caracterizar las fracciones de fibra digestible y no digestible de toda la dieta, así como otros CHO. Los productores lecheros suelen producir CS mediante la siembra de grano de alto rendimiento como híbridos convencionales o de doble propósito (DP) (Ferraretto y Shaver, 2012; Akins y Shaver, 2014), pero en los últimos años se han desarrollado híbridos especializados para la producción de ensilado.

Recientemente, se han desarrollado nuevos híbridos de maíz para aumentar las características nutricionales y el contenido

energético del CS, especialmente para los ganaderos que crían vacas lecheras de alto rendimiento (Schwab et al., 2003). Tanto las características del grano como las de las hojas y los tallos se modificaron para aumentar la calidad del CS como alimento y la digestibilidad de los nutrientes para los rumiantes (Ferraretto et al., 2015). Se modificaron las características del tallo y de las hojas para aumentar la digestibilidad de la fibra del CS, medida generalmente como degradabilidad in vitro (iv) o in situ (is) de la FDN (dFDN), porque este parámetro está relacionado con la IMS (Oba y Allen, 1999) y con la digestibilidad de la materia orgánica (Nousiainen et al., 2009). La alimentación con CS con mayor dFDN podría llevar a un aumento de la IMS, de la producción de leche y de la digestibilidad total de FDN en el tracto (Oba y Allen, 1999; Ferraretto y Shaver, 2015; Hassanat et al., 2017). Teniendo en cuenta las características de los tallos, se seleccionaron nuevos híbridos de CS para aumentar la dFDN del CS mediante un menor contenido de lignina, como los híbridos de nervadura media marrón (BMR), o seleccionando híbridos específicos con altos niveles de fibra digestible (HFD). Mediante la modificación de las características del grano, los híbridos CS pueden dar lugar a plantas con mayor contenido energético debido a las mayores concentraciones de proteína y aceite en el grano, como Nutridense (ND) (Benefield et al., 2006)o cambios estructurales del almidón entre amilosa y amilopectina tipo waxy (WX) (Giuberti et al., 2014).

En un meta-análisis reciente, Ferraretto y Shaver (2015) encontraron que muchos tipos diferentes de híbridos CS tenían diferentes efectos en el rendimiento de las vacas según el tallo/hojas, como el BMR, HFD, y las características del grano, como la ND, el alto contenido de aceite y WX, en comparación con los híbridos convencionales. El aumento de la digestibilidad de los FDN suele conllevar un aumento de la IMS en los animales (Gencoglu et al.; Coons et al., 2019; Miller et al., 2021)aunque sin consistencia entre los estudios (Akins y Shaver, 2014). En particular, algunos estudios informaron de diferencias entre BMR y CONV (Oba y Allen, 1999; Gencoglu et al., 2008; Ferraretto y Shaver, 2015), mientras que otros no encontraron diferencias significativas (Taylor y Allen, 2005).

De todos modos, los híbridos BMR se consideran generalmente más susceptibles al encamado (Sattler et al., 2010). Recientemente, Bourdoncle et al. (2023) descubrieron que la mutación brachytic2 podía mejorar la digestibilidad de la fibra de CS, mostrando que el efecto de esa mutación en el maíz de baja estatura en comparación con el alto casi isogénico conducía a una deposición modificada de la lignina, un aumento de la relación hojas/tallo, un aumento de la FDN después de 48 horas de incubación ruminal y del contenido de almidón, al tiempo que garantizaba una fuerte capacidad de erectabilidad (Bourdoncle et al., 2023). Hoy en día, debido al aumento de las necesidades energéticas de las vacas lecheras de alto rendimiento, los ganaderos utilizan diferentes híbridos nuevos para conseguir un CS de alta energía y calidad. Se presentan los efectos sobre el comportamiento alimentario, la digestibilidad de los nutrientes y el rendimiento lechero relacionados con la inclusión en dietas de vacas lecheras en lactación de un nuevo híbrido de maíz corto braquítico, denominado Smart Corn Silage (SCS), en sustitución del híbrido convencional (CCS). En particular, la digestibilidad de la FDN tras 48 horas de incubación ruminal y el contenido de almidón fueron mayores en el SCS que en el CCS (31,60 % MS frente a 24,60 % MS o 30,31 % MS frente a 28,36 % MS, respectivamente). Estas dos diferencias provocaron un aumento del contenido energético del SCS. Cuando las dietas se formularon con SCS en sustitución de CSS, las vacas del grupo alimentado con SCS tuvieron una ingesta de materia seca inferior ($P<0,05$) (es decir, 25,30 kg MS/d) a la de CCS (26,63 kg MS/d), con un comportamiento alimentario diferente ($P<0,05$), especialmente en lo relativo a la frecuencia de las comidas (8,31 n°/d SCS y 7,40 n°/d CCS) y al tamaño de las raciones (3,20 kg Ms/ración SCS y 3,70 kg MS/ración). Las vacas alimentadas con SCS produjeron 2,48 kg/día más de leche que las alimentadas con CSC ($P<0,05$), con una mayor eficiencia alimentaria (1,95 vs 1,74. respectivamente para SCS y CCS; $P<0,05$). La inclusión de SCS aumentó el contenido de lactosa y disminuyó el nitrógeno ureico de la leche. Nuestros resultados indican que los cambios en la composición de CHO en la dieta debido a la inclusión de SCS podría ser una nueva fuente de ensilado de maíz de alta energía para los productores de leche para satisfacer los requerimientos de energía de las vacas de alto rendimiento, mejorar la producción de leche y la eficiencia alimentaria. La dinámica de la digestión de la fibra en el compartimento rumen-retículo y su efecto sobre la fisiología animal y el comportamiento alimentario representan un área interesante de investigación futura, dados los resultados sobre el comportamiento alimentario observados en este estudio.

Referencias

Akins, M.S., and R.D. Shaver. 2014. Influence of corn silage hybrid type on lactation performance by Holstein dairy cows. J Dairy Sci 97:7811–7820. doi:10.3168/jds.2014-8400.

Benefield, B.C., M. Liñeiro, I.R. Ipharraguerre, and J.H. Clark. 2006. NutriDense corn grain and corn silage for dairy cows. J Dairy Sci 89:1571–1579. doi:10.3168/jds.S0022-0302(06)72224-X.

Bourdoncle, W., B. Lemke, P. Maloney, J.L. Pellet, J. Zhao, R. Fouquet, E. Cargill, and T. Barten. 2023. The brachytic2 mutation alone or its combination with the brown midrib3 mutation improves fiber digestibility in forage maize. Crop Sci 63:2856–2864. doi:10.1002/csc2.21078.

Coons, E.M., S.M. Fredin, K.W. Cotanch, H.M. Dann, C.S. Ballard, J.P. Brouillette, and R.J. Grant. 2019. Influence of a novel bm3 corn silage hybrid with floury kernel genetics on lactational performance and feed efficiency of Holstein cows. J Dairy Sci 102:9814–9826. doi:10.3168/jds.2019-16786.

Dufreneix, F., P. Faverdin, and J.L. Peyraud. 2019. Influence of particle size and density on mean retention time in the rumen of dairy cows. J Dairy Sci 102:3010–3022. doi:10.3168/jds.2018-15926.

Ferraretto, L.F., A.C. Fonseca, C.J. Sniffen, A. Formigoni, and R.D. Shaver. 2015. Effect of corn silage hybrids differing in starch and neutral detergent fiber digestibility on lactation performance and total-tract nutrient digestibility by dairy cows. J Dairy Sci 98:395–405. doi:10.3168/jds.2014-8232.

Ferraretto, L.F., and R.D. Shaver. 2012. Meta-analysis : Effect of corn silage harvest practices on intake , digestion , and milk production by dairy cows. Prof Anim Sci 28:141–149.

Ferraretto, L.F., R.D. Shaver, and B.D. Luck. 2018. Silage review: Recent advances and future technologies for whole-plant and fractionated corn silage harvesting. J Dairy Sci 101:3937–3951. doi:10.3168/jds.2017-13728.

Gencoglu, H., R. Shaver, and J. Lauer. Brown Midrib Corn Silage for Lactating Dairy Cows: A Contemporary Review.

Giuberti, G., A. Gallo, F. Masoero, L.F. Ferraretto, P.C. Hoffman, and R.D. Shaver. 2014. Factors affecting starch utilization in large animal food production system: A review. Starch/Stärke 66:72–90. doi:10.1002/star.201300177.

Hall, M.B., and D.R. Mertens. 2017. A 100-Year Review: Carbohydrates—Characterization, digestion, and utilization. J Dairy Sci 100:10078–10093. doi:10.3168/jds.2017-13311.

Hassanat, F., R. Gervais, and C. Benchaar. 2017. Methane production, ruminal fermentation characteristics, nutrient digestibility, nitrogen excretion, and milk production of dairy cows fed conventional or brown midrib corn silage. J Dairy Sci 100:2625–2636. doi:10.3168/jds.2016-11862.

Mertens, D.R. 1997. Creating a System for Meeting the Fiber Requirements of Dairy Cows. J Dairy Sci 80:1463–1481. doi:10.3168/jds.S0022-0302(97)76075-2.

Miller, M.D., C. Kokko, C.S. Ballard, H.M. Dann, M. Fustini, A. Palmonari, A. Formigoni, K.W. Cotanch, and R.J. Grant. 2021. Influence of fiber degradability of corn silage in diets with lower and higher fiber content on lactational performance, nutrient digestibility, and ruminal characteristics in lactating Holstein cows. J Dairy Sci 104:1728–1743. doi:10.3168/jds.2020-19088.

Nousiainen, J., M. Rinne, and P. Huhtanen. 2009. A meta-analysis of feed digestion in dairy cows. 1. the effects of forage and concentrate factors on total diet digestibility. J Dairy Sci 92:5019–5030. doi:10.3168/jds.2008-1833.

Oba, M., and M.S. Allen. 1999. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows.. J Dairy Sci 82:589–96. doi:10.3168/jds.S0022-0302(99)75271-9.

Sattler, S.E., D.L. Funnell-Harris, and J.F. Pedersen. 2010. Brown midrib mutations and their importance to the utilization of maize, sorghum, and pearl millet lignocellulosic tissues. Plant Science 178:229–238. doi:10.1016/j.plantsci.2010.01.001.

Schwab, E.C., R.D. Shaver, J.G. Lauer, and J.G. Coors. 2003. Estimating silage energy value and milk yield to rank corn hybrids. Anim Feed Sci Technol 109:1–18. doi:10.1016/S0377-8401(03)00210-4.

Van Soest, P.J. 1973. Collaborative Study of Acid-Detergent Fiber and Lignin. J AOAC Int 56:781–784. doi:10.1093/jaoac/56.4.781.

Van Soest, P.J. Van. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. Cornell University Press.

Taylor, C.C., and M.S. Allen. 2005. Corn Grain Endosperm Type and Brown Midrib 3 Corn Silage: Site of Digestion and Ruminal

Digestion Kinetics in Lactating Cows. J Dairy Sci 88:1413–1424. doi:10.3168/jds.S0022-0302(05)72809-5.

COMUNICACIONES ORALES

Abstract ID: CO-162
Tipo: Oral

Categoría: Reproducción

FACTORES DE RIESGO Y EFECTOS DE LA RETENCIÓN DE PLACENTA EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN EL PRIMER CONTROL POSTPARTO

RISK FACTORS AND EFFECTS OF RETAINED PLACENTA ON MILK PRODUCTION IN THE FIRST DHI MEASURE OF PERFORMANCE

Uxía Yáñez Ramil[1], Luis Ángel Quintela Arias[2], Juan José Becerra González[3], Guillermo Lorenzo Díaz[4], Marcos Vigo Fernández[5], Ana Isabel Peña Martínez[6], Juan Caínzos Cagiao[7], Jacobo Álvarez Torres[8], Pedro José García Herradón[9]

1-Universidade de Santiago de Compostela

2-Universidade de Santiago de Compostela

3-Universidade de Santiago de Compostela

4-Gando Nuevas Tecnologías

5-Veterinario autónomo

6-Universidade de Santiago de Compostela

7-ABS Progenex

8-Universidade de Santiago de Compostela

9-Universidade de Santiago de Compostela

La eficiencia reproductiva representa uno de los pilares fundamentales de la rentabilidad económica de las explotaciones de vacuno lechero. No obstante, dicha eficiencia puede verse reducida por divers os factores, como son las enfermedades reproductivas y/o metabólicas que tienen lugar durante uno de los períodos más críticos de la vida de estos animales: el período postparto. Entre estas patologías

, la retención de placenta (RP) se define como la falta de expulsión de las membranas fetales dentro d e las 24 h posteriores al parto (Drillich et al., 2003). Entre las consecuencias de esta enfermedad, se e ncuentran la reducción de la eficiencia reproductiva y la disminución de la cantidad y calidad de la lec he (Hossein-Zadeh et al., 2011), estimando una pérdida económica anual de 140 € y 293 € para vacas primíparas y multíparas, respectivamente (Amin y Hussein, 2022). Además, es importante destacar que no hay un consenso sobre la etiología y el tratamiento ideal de esta patología, por lo que resulta indi spensable conocer los factores de riesgo que la favorecen y ser consciente de los efectos a corto plaz o que puede conllevar.

Teniendo esto en cuenta, el objetivo de este estudio ha sido determinar los factores de riesgo de la ret ención de placenta en ganado vacuno de aptitud láctea y sus efectos en la producción en el primer co ntrol lechero (CL) a partir de datos obtenidos del registro de la explotación (RE) y de los aportados por el CL.

Se seleccionaron un total de 5433 lactaciones de vacas raza Holstein de alta producción localizadas en el Noroeste de España, pertenecientes a 28 explotaciones incluidas en CL y gestionadas por 2 vete rinarios. Los datos se obtuvieron directamente del software Gando (Gando Nuevas Tecnologías, Espa ña). Se recogió información procedente del CL (kilogramos de leche (L), porcentaje de grasa (%G) y pr oteína (%P) en el primer control postparto y en el último control de la lactación anterior; la producción normalizada de la lactación anterior (L305)) y del RE (RP, parto gemelar (PG), enfermedades registrad as en el parto anterior (EPA), duración del secado (SEC), días en leche al primer control (DEL), interval o entre partos (IPP), número de parto (2, 3, 4, ≥5), estación de parto). Además, se calculó el ratio grasa: proteína (G/P) del último control y del primer control postparto. Para el análisis estadístico se llevó a cabo una regresión logística binaria siguiendo el método atrás condicional y un modelo lineal general univariante. Los análisis estadísticos se realizaron en el software SPSS versión 29.0 para Windows y se consideraron diferencias estadísticamente significativas cuando p≤0,05).

Los resultados mostraron que la prevalencia de la RP fue del 7,4 % (n=404). En cuanto a la regresión l ogística, las variables retenidas en el modelo final y consideradas factores de riesgo de la RP fueron e l haber sufrido PG (OR=154,375, p<0,001), haber padecido EPA (OR=6,222, p<0,001), haber tenido una mayor L305 (OR=23,450, p=0,004), y estar en su segunda (OR=11,211, p=0,011) o tercera (OR=5,901, p =0,015) lactación. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas para los datos del CL del último control, el IPP, la SEC y la estación de parto. Respecto al análisis univariante, se observaron diferencias estadísticamente significativas entre vacas sanas y con RP respecto a la L (43,68±10,07 y 40,29±11,82 kg, respectivamente, p<0,001) y al %G (4,31±1,19 y 4,10±1,21 %, respectivamente, p=0,0 02) del primer control postparto (media DEL 22,49, 2-70). No se encontraron diferencias estadísticame nte significativas para el %P, G/P y RCS. En el análisis se tuvieron en cuenta la influencia del resto de variables, incluyendo las posibles variables de confusión y las interacciones entre ellas. En general, nu estros resultados son similares a los reportados por otros estudios en cuanto a los factores de riesgo de la RP, destacando el número de parto, los partos problemáticos y una producción elevada en la lact ación anterior (Mahnani et al., 2021), teniendo siempre en cuenta el estrés metabólico que estos facto res pueden causar en el animal (Mordak y Stewart, 2015). Del mismo modo, la caída en la calidad y ca ntidad de la producción de leche observadas en el primer CL podrían ser debidas a un consumo reduci do de alimento en las vacas con RP, haya progresado esta o no hacia una metritis (Dubuc et al., 2011).

En conclusión, nuestros resultados sugieren que aquellas vacas que estén en su segunda o tercera la ctación, que han tenido un parto gemelar, que han presentado una enfermedad o han producido más l eche durante la lactación anterior, son más propensas a padecer RP. Además, los animales que en la l actación actual hubiesen presentado RP verían afectada su producción a corto plazo tanto en cantida d como en calidad. Por ello, sería necesario realizar una correcta gestión reproductiva del rebaño, así como una monitorización del período postparto centrada en la prevención y control de los factores de riesgo de esta patología.

Abstract ID: CO-148 Tipo: Oral

Categoría: Reproducción

EFECTO DE LOS EMBRIONES PRODUCIDOS IN VITRO EN LA FERTILIDAD DE VACAS REPETIDORAS Y EN LA REDUCCIÓN DE LAS POSTERIORES INSEMINACIONES ARTIFICIALES

IMPACT OF IN VITRO PRODUCED EMBRYOS ON THE FERTILITY OF REPEAT-BREEDER COWS AND THE REDUCTION OF SUBSEQUENT ARTIFICIAL INSEMINATIONS

María-Gracia Catala | Miguel Espada Aventin | Maria Ángels Roselló Visa | Gemma Algaba Abril | Anna Lorenzo Cuadras

1-OVATEC S.L.

2-Ovatec S.L.

3-Ovatec S.L.

4-Ovatec S.L.

5-Ovatec S.L.

Introducción

La aplicación exitosa de técnicas avanzadas, como la transferencia de embriones (TE) producidos in vitro (Fecundación in vitro) han mejorado la tasa de preñez y reducido los intervalos entre partos. Esto contribuye en alargar la vida productiva de las vacas y a disminuir la necesidad de reposición de animales. Los embriones in vitro se pueden utilizar tanto para la mejora genética del rebaño en un corto periodo de tiempo como para prolongar la vida productiva de una vaca repetidora, incrementando la producción lechera y la cantidad de terneros nacidos por año.

Objetivo

El objetivo de esta investigación es analizar cómo los embriones producidos in vitro impactan en la fertilidad de las hembras receptoras y en la reducción del número de inseminaciones previas requeridas para alcanzar una nueva gestación.

Material y métodos

Todo el estudio se llevó a cabo en una granja situada en la zona de Lleida (Cataluña) durante los meses de febrero a julio de 2022.

En el primer estudio se seleccionó un grupo experimental de 140 vacas repetidoras con un promedio de más de 200 Días en Leche (DEL) y 2.5 lactaciones. Los animales seleccionados se sincronizaron con GPPG o mediante celo natural. Las vacas fueron inseminadas con semen descongelado y a los 7 días post inseminación se les transfirió un embrión fresco producido in vitro.

Los embriones se obtuvieron a partir de ovocitos procedentes de ovarios de hembras de matadero, los cuales fueron madurados, fecundados y cultivados in vitro. Los embriones producidos semanalmente, se almacenaron en una pajuela (IMV Technologies) en medio comercial (IVF Bioscience) y se transportaron durante un máximo de 10 hs a la granja en un transportador de embriones (Minitube) con temperatura controlada (37,5-38ºC). Una vez en la granja, se comprobó mediante diagnóstico ecográfico el diámetro del cuerpo lúteo (>2cm). La TE se realizó siguiendo las recomendaciones de la IETS (International Embryo Technology Society). A los 32 días post-ET se evaluó la gestación mediante ecografía.

En el segundo estudio, se evaluó la influencia del embrión sobre una gestación posterior a la transferencia embrionaria. Para ello se examinaron 43 hembras repetidoras (>200 DEL y 2.5 lactaciones) que quedaron preñadas con el embrión y gestaron nuevamente mediante IA después de la transferencia embrionaria.

El análisis estadístico se llevó a cabo mediante un análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis para muestras relacionadas. Las diferencias se consideraron significativas cuando el p valor fue inferior a 0,01.

Resultados

Tabla 1) Estudio de la fertilidad mediante TE en vacas repetidoras de una granja modelo en la zona de Lleida (Cataluña).

	n receptoras	TºC	DEL	Lactaciones	IA previas a TE	n Diagnóstico gestación + (%)
Febrero	29	8.9ºC	200	2.55	5.34	16 (55)
Marzo	41	10.9ºC	222	2.41	5.56	22 (54)
Abril	13	13.7ºC	245	2.15	6.77	4 (31)
Mayo	32	21.4ºC	248	2.70	7.24	13 (41)
Junio	20	26.2ºC	277	2.60	8.55	8 (40)
Julio	5	27.4ºC	238	2.80	6.20	2 (40)
Total	**140**	**18.1ºC**	**238**	**2.54**	**6.61**	**65 (46)**

n receptoras: número de vacas receptoras de embrion producido in vitro; TºC: temperatura promedio de la zona donde se encuentra la granja en estudio; DEL: Promedio de días en leche.

En la tabla 1 se observa una fertilidad del 46% cuando se transfieren embriones in vitro en vacas con un promedio de 238 DEL y 2.54 lactaciones previas. En la granja donde se realizó el estudio, el promedio de fertilidad global (2077 vacas analizadas) es del 36%, un 10% menor que cuando se transfiere el embrión.

En el segundo estudio se observó que de las 43 hembras que lograron preñarse con el embrión, el 74% (n=32) no solo volvió a quedar gestante con IA sino que también mostraron una significativa reducción en las IA necesarias para lograr nuevamente la gestación. La IA necesarias previas a recibir el embrión fueron de un promedio de 6.44 mientras que posterior a recibir y gestar de un embrión, se necesitaron de 3,84 IA ($P<0.01$) para volver a lograr una nueva gestación.

Conclusión

Aunque sugerimos llevar a cabo una recopilación de datos más extensa, este estudio preliminar indica que el embrión no solo mejora la tasa de preñez en vacas repetidoras, sino que también favorece nuevas gestaciones. En nuestras condiciones climáticas y de manejo de la granja, observamos que el embrión logra reducir significativamente el número de inseminaciones artificiales necesarias para lograr nueva gestación. Este innovador enfoque sobre las virtudes del uso del embrión in vitro se presenta como una estrategia prometedora para mejorar la eficiencia reproductiva en el ganado bovino.

Abstract ID: CO-185
Tipo: Oral Categoría:
Sanidad

VALORAR LA EFICACIA DEL SORBATO POTÁSICO EN LA CONSERVACIÓN DE LA LECHE DE TRANSICIÓN EN CUATRO SITUACIONES REALES DE GRANJA

ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF POTASSIUM SORBATE IN THE CONSERVATION OF TRANSITION MILK UNDER FOUR REAL FARM SITUATIONS.

Laura Elvira[1], Laura Elvira[2], Rubén Laria[3], Mari Luz Graña[4], Guadalupe Fontevila[5], Belén Pombo[6], Carlos Carbonell[7], Eva Peris[8]

1-MSD Animal Health

2-MSD

3-CLUN

4-Veterinaria Grupo Reigada

5-Veterinaria Libre

6-LIGAL

7-MSD Animal Health

8-Veterinaria Sat Busto Corzón

El calostro contiene gran cantidad de inmunoglobulinas esenciales para transferir la inmunidad pasiva a las terneras (Gooden, 2019). Las 4Cs del calostro y la calidad microbiológica (Morril y col, 2012; Phipps y col., 2016), son aspectos clave que hemos incorporado en los últimos años para mejorar el encalostrado.

Sin embargo, nos hemos focalizado quizás demasiado en las primeras 24 horas de vida, olvidándonos de la importancia de continuar administrando leche de transición (LT) durante los primeros días de vida. La LT contiene todavía niveles elevados de inmunoglobulinas y sustancias bioactivas como citoquinas, oligosacáridos, hormonas (IGF I y II, prolactina, etc.), etc. que juegan un papel importante en el desarrollo y la inmunidad a nivel intestinal. De hecho, distintos estudios han demostrado como continuar alimentando con calostro o leche de transición da lugar a mayor desarrollo de las vellosidades intestinales (Pyo y col., 2020; Roffler y col., 2003), mayor salud y crecimiento (Van Soest et al., 2022; Kargar y col., 2021; Conneely et al., 2014).

Para poder alimentar a las terneras con esta LT, nos enfrentamos al problema del manejo y conservación. Y es que con la LT nos encontramos con un riesgo de contaminación similar al del calostro (Denholm y col., 2022). El sorbato potásico es uno de los conservantes más frecuentemente utilizados en la bibliografía para la conservación del calostro, minimizando la multiplicación bacteriana, preferiblemente en condiciones de refrigeración (Steward y col., 2005; Denholm y col., 2022). Sin embargo, no disponemos de estudios sobre su uso con LT bajo condiciones de refrigeración reales a nivel de granja, ni sobre la posible repercusión sobre la inmunidad lactogénica.

Objetivo

El principal objetivo del estudio fue evaluar el uso del sorbato potásico como conservante de la LT (segundo o tercer ordeño), bajo las condiciones de refrigeración de las neveras de granja. Esta estrategia facilitaría extender durante más días la alimentación con LT de las terneras, con los consiguientes beneficios esperados a nivel de salud y crecimiento.

Materiales y métodos

Se incluyeron en el estudio cuatro ganaderías lecheras de Galicia que disponían de una nevera en la granja y vacunaban a las vacas secas frente a rotavirus, coronavirus y *E. coli* (Bovilis ® Rotavec® Corona*)*. Cada ganadería incluyó en el estudio LT de segundo o tercer ordeño de dos vacas. En cada caso, tras el ordeño en una cántara individual, se rellenaron dos envases de 2 litros para colocarlos inmediatamente en la nevera de la granja. A uno de los dos envases se le añadió 20 ml de una solución de sorbato potásico (K); permaneciendo el otro envase como control (C).

Para monitorizar el resultado analizamos la evolución de: 1) calidad microbiológica y 2) calidad inmunológica general y

específica frente a rotavirus, coronavirus y *E. coli,* en ambos envases (C y K).

Desde el día del ordeño y durante los siguientes tres días se tomaron dos muestras diarias de cada uno de los envases de la nevera en tubos estériles, para el análisis microbiológico (recuento en placa de microorganismos a 30ºC-ISO 4833-1 y de coliformes a 30ºC-ISO 4832, en el LIGAL) e inmunológico (ELISA-IgG BIO-X; BIO K126 Rotavirus Bovino, BIO K295 *E. coli* k99 y BIO K392 Coronavirus bovino, en el Laboratorio de Soluciones Diagnósticas de Boxmeer, Holanda).

Además, a fin de evaluar el funcionamiento de la nevera de la granja colocamos un termómetro (Testo 175T2) que registró la Tª de la nevera y la leche de ambos envases cada 5' durante los 3 días de seguimiento.

Resultados y discusión

Respecto a la calidad microbiológica, mientras que en los envases C los recuentos se incrementaron exponencialmente con el tiempo (RT 4,54; 5,04; 5,34 y 5,61 log10 cfu/mL; CT 1,49; 2,44;3,26 y 3,64 log10 cfu/mL); en los envases K prácticamente no hubo multiplicación.

Se identifican dos factores relevantes. Por un lado, un claro "factor nevera", presente principalmente en las muestras control, presentando las dos neveras con menor velocidad de enfriamiento, todas sus muestras muy por encima de los requisitos mínimos de calidad microbiológica a pesar de que las cargas iniciales eran bajas. Por otro lado, la "carga inicial de la muestra", independientemente del tipo de envase, lo que confirma la importancia del ordeño y recolección higiénica; y corrobora que el sorbato potásico limita el crecimiento bacteriano, pero no lo reduce.

Respecto a la calidad inmunológica, el uso del conservante no penalizó el contenido IgG totales, ni las IgG específicas, de modo que el sorbato potásico no interfiere con la inmunidad lactogénica de la vacunación frene a la diarrea neonatal.

Conclusiones

Este estudio confirma que el almacenamiento en nevera de la LT con sorbato potásico, en condiciones reales de granja, puede facilitar continuar alimentando con LT a la ternera durante los primeros días de vida, evitando la contaminación microbiológica y favoreciendo los beneficios de la inmunidad lactogénica a nivel de salud y desarrollo de la ternera.

Abstract ID: CO-170 Tipo:
Oral

Categoría: Gestión de Granjas e Instalaciones

PUNTOS DE CONTROL EN UN PROGRAMA DE ALIMENTACIÓN CON POOL DE LECHE DE TRANSICIÓN EN NODRIZA

CONTROL POINTS IN A FEEDING PROGRAM USING TRANSITION MILK POOL IN AUTOMATIC CALF FEEDER

Laura Elvira[1], Iris Cuchi[2], Luz Sales[3], Carolina Tejero[4]

1-MSD

2-Veterinaria de Granja San José

3-Veterinaria de Granja San José

4-MSD Animal Health

La leche de transición (LT), leche del segundo al séptimo ordeño, además de tener un contenido más elevado de grasa y proteína que la leche de vaca, contiene sustancias bioactivas, considerándose por ello un producto potencialmente nutracéutico, al tratarse de un alimento natural con buenas propiedades nutritivas que proporciona beneficios en la salud.

El uso de la LT se ha estudiado hasta la actualidad mucho menos que el calostro, centrando el foco de las investigaciones la composición nutritiva, factores bioactivos, efectos en el crecimiento, eficiencia y salud de las terneras alimentadas con diferentes programas de calostro y LT.

Sin embargo, desde el punto de vista práctico, no contamos todavía con protocolos recomendados de cara a su uso en granja: desde su recolección hasta la administración a las terneras. Y tampoco conocemos la consistencia en los niveles de los distintos nutrientes cuando alimentamos a las terneras con LT en pool, factor clave a la hora de instaurar programas de alimentación que nos permitan conseguir un adecuado desarrollo y salud de las terneras (Hill, et al 2008).

Objetivos

Por todo ello, el objetivo del presente estudio fue valorar los posibles puntos críticos en el manejo de esta leche, desde su recolección hasta su administración. Para ello nos planteamos dos subobjetivos principales: 1º) Evaluar si el programa de pasteurización de la LT manejada en pool puede afectar a su calidad y 2º) Valorar la consistencia de este tipo de alimentación (variabilidad diaria) cuando se alimenta con un pool de LT procedente de las vacas de 2º-3er ordeño y administrada en nodriza.

Materiales y métodos

Tras el programa de calostro las terneras se alimentan con 3 tomas de 2l de LT en biberón cada 12 horas. Durante este periodo las terneras están alojadas en boxes de nacimiento colectivos. Tras la 3ª toma, se trasladan a un grupo de 14 a 16 terneras donde son alimentadas con LT en la nodriza (8 litros/día), hasta el día 8º día de vida. Posteriormente continúan con leche en polvo.

El pool de leche de transición se obtiene del 2º y 3º ordeño de las vacas recién paridas que pasa directamente a un refrigerador y se traspasa una vez al día a un pasteurizador. Tras la pasteurización se rellenan los biberones para alimentar a las terneras en los boxes de recién nacidos y el resto de la leche se traslada en un tanque refrigerado instalados en la nodriza para alimentar allí a las terneras de forma automática.

Para monitorizar el contenido en sólidos y consistencia de la LT se muestreó diariamente con un refractómetro brix, ya que se ha demostrado una relación aceptable entre las lecturas del brix y los sólidos de la leche entera (Moore et al., 2009), los siguientes puntos: tras el ordeño, tras la pasteurización, en el refrigerador, en el vaso de preparación y en la tetina de las nodrizas.

Resultados y discusión

Durante 37 días se registraron los valores brix de la LT antes y después de pasteurizar, para estimar la concentración de sólidos totales antes y después del tratamiento térmico y la variabilidad diaria. Durante el proceso de pasteurización se perdió un 1% de sólidos. El porcentaje Brix medio antes de pasteurizar fue de 12,7% (12,7%+2=14,4% de sólidos) (Max 15,7, Min 9,9, SD 1,16), y se redujo tras la pasteurización al 11,7% (11,7+2=13,7% de sólidos), (Max 14, Min 9,4, SD 0,72).

Paralelamente, se analizó la consistencia de la alimentación con LT en la instalación de las nodrizas (refrigeradores, vasos de preparación de la leche y en las tetinas). El porcentaje Brix medio en el refrigerador fue del 11,8% (Max 13,4, Min 8,5, SD 1) en los vasos de preparación de la leche 11,8% (Max 13,2, Min 9,1, SD 0,85) y en las tetinas 11,8% (Max 13,1, Min 9, SD 0,81). Por lo que aparentemente, no se pierden sólidos en todo este proceso de refrigeración, calentamiento y administración. Sin embargo, la variabilidad continúa mostrando el patrón de variación ya observado tras el ordeño.

Conclusiones

Cuando se implementa un programa de alimentación con leche de transición en una granja, los distintos manejos que se realizan desde su recolección hasta su administración pueden afectar a la calidad y consistencia del programa de alimentación, por lo que es crucial realizar una monitorización adecuada.

Hemos podido observar variaciones diarias en los sólidos de los pooles, lo que concordaría con numerosos estudios realizados con leche de descarte con gran variabilidad de sólidos. Además, el programa de pasteurización podría ser uno de los puntos críticos más importantes detectados al afectar al contenido en sólidos y posiblemente a la composición de la LT.

Por lo tanto, seguiremos estudiando los puntos críticos que podrían afectar al manejo de la composición de la LT, la salud y la GMD de las terneras.

Abstract ID: CO-156
Tipo: Oral Categoría:
Varios

ESTIMACIÓN DE EMISIÓN DE METANO EN EXPLOTACIONES DE LECHE DE LA PROVINCIA DE LUGO (NOROESTE DE ESPAÑA)

METHANE EMISSION ESTIMATION IN DAIRY FARMS FROM LUGO (NORTHWEST OF SPAIN)

Jacobo Álvarez Torres[1], JJ Becerra[2], J Cainzos[3], PG Herradón[4], R Fouz[5], U Yáñez[6], AI Peña[7], LA Quintela[8]

1-Reproduction and Obstetrics, Department of Animal Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain

2-Reproduction and Obstetrics, Department of Animal Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain/ IBADER, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain

3-ABS Progenex. Getafe, Madrid, Spain

4-Reproduction and Obstetrics, Department of Animal Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain/ IBADER, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain

5-Department of Anatomy, Animal Production and Veterinary Clinic Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Campus Terra, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain.

6-Reproduction and Obstetrics, Department of Animal Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain

7-Reproduction and Obstetrics, Department of Animal Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain

8-Reproduction and Obstetrics, Department of Animal Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain/ IBADER, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain

La medición de metano en las ganaderías bovinas es fundamental para implementar acciones y recomendaciones que contribuyan a mitigar el cambio climático. Debido al elevado coste que implica el control de las emisiones de metano a día de hoy en las explotaciones comerciales es necesario el desarrollo de un sistema de medición económico y fácil. Por ello, durante los últimos años se han desarrollado ecuaciones de estimación de las emisiones de metano (EEM) en base a parámetros de la ración o de la leche.

El objetivo principal de este estudio es el de conocer las EEM a partir de parámetros de la leche obtenidos por el control lechero (CL), en ganaderías de leche de la provincia de Lugo (Noroeste de España) en base a ecuaciones elaboradas por diferentes autores, así como la influencia del número de partos (NP) en las estimaciones de emisiones de metano.

Las cuatro ecuaciones (Ec1, Ec2, Ec3 y Ec4) utilizadas fueron obtenidas de la bibliografía disponible en el buscador de internet Pubmed. Para ser utilizadas en este estudio se pusieron los requisitos de tener más de dos variables que pudiesen ser obtenidas de forma rutinaria en el control lechero y un coeficiente de correlación > 0.75. Para el estudio se recogieron datos del primer CL de 917 vacas (Primíparas=277, Multíparas=640) de 50 granjas aleatorias (5-57 vacas muestreadas por granja). Las muestras de leche fueron recogidas y conservadas en bronopol para el análisis rutinario de materia grasa, materia proteica y ácidos grasos en el Laboratorio Interprofesional Galego de Análise do Leite mediante espectroscopia infrarroja. Además, se recogieron datos del historial de cada vaca individual. Para el análisis estadístico se utilizaron la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney con el programa SPSS versión 28.0 para Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, EEUU). Considerando diferencias significativas $p \leq 0.05$.

Los resultados obtenidos mostraron diferencias Significativas en las EEM entre las ganaderías de Lugo muestreadas ($p<0,001$), con valores medios (g de metano/día) estimados en el primer CL de 400,55 (265,88-506,29) con la Ec1, 513,18 (282,26-672,56) con la Ec2, 389,31 (273,64-477,52) con la Ec3 y

412,07 (337,16-469,02) con la Ec4. Estos resultados de emisiones diarias estimadas son similares a los resultados obtenidos por Engelke et al. (2019; 420.84 g/día) en vacas alimentadas con ensilado de maíz sin adición de semillas de lino. Sin embargo, son superiores a las emisiones diarias observadas en ese mismo estudio en animales alimentados con ensilado de hierba (362.91 g/día) y a las vacas alimentadas con ensilado de hierba (324.38 g/día) o maíz (358.47 g/día) con semillas de lino como

aditivo. Por otro lado, la diferencia de emisiones entre granjas puede deberse a la diferencia de manejo entre estas granjas, ya que como Rohehe et al. (2016) observaron, las vacas pueden controlar la composición de la flora ruminal. Con respecto al número de partos se observó una diferencia significativa ($p<0,001$) entre EEM (g/día) de las vacas primíparas (Ec1=339,49±80,10; Ec2=401,82±95,13; Ec3=329,97±65,94; Ec4=372,40±32,18) y las de las vacas con más de un parto

(Ec1=426,99±102,07; Ec2=561,38±137,64; Ec3=414,99±87,70; Ec4=429,24±48,41). Al igual que un

estudio realizado por Manzanilla-Pech et al. (2021) dónde comprobaron que las vacas de más de tres lactaciones emitían 34,9 g de metano más al día que las vacas de primer parto. Esta menor producción de metano según Clauss et al. (2020) puede deberse a la menor capacidad ruminal de las vacas primíparas en comparación con las vacas multíparas.

Como conclusión podemos observar que existen diferencias significativas en las EEM entre las granjas estudiadas de la provincia de Lugo, lo que indica que existen posibilidades de mejora, aunque es necesario estudiar los factores que influyen en estas diferencias, así como conocer las emisiones reales de las explotaciones. Por otro lado, hemos observado que las vacas de primer parto tienen una estimación de metano significativamente menor que las vacas multíparas.

Abstract ID: CO-127
Tipo: Oral Categoría:
Nutrición

EFECTO DE LA SUBNUTRICIÓN Y DEL HIDROXITIROSOL DURANTE EL ÚLTIMO TERCIO DE GESTACIÓN SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS, METABÓLICOS Y ENDOCRINOS DE LAS VACAS NODRIZAS

EFFECTS OF UNDERNUTRITION AND HYDROXYTYROSOL DURING LAST THIRD OF PREGNANCY ON PRODUCTIVE, METABOLIC AND ENDOCRINE PARAMETERS OF SUCKLER COWS

Leire López de Armentia[1], Agustí Noya[1], Beatriz Serrano-Pérez[2], Javier Álvarez-Rodríguez[2], Javier Ferrer[1], Isabel Casasús[1], Olaia Akesolo-Atutxa[1], Albina Sanz[1]

[1] *CITA de Aragón - IA2 (Universidad de Zaragoza), 50059 Zaragoza, España.*
[2] *Departamento de Ciencia Animal – UdL (Universitat de Lleida), 25198 Lleida, España.*

El último tercio de gestación es uno de los periodos metabólicamente más exigentes, ya que el 75% del crecimiento del feto ocurre en este periodo. El hidroxitirosol (HT) es un alcohol fenólico presente en las hojas de olivo, con propiedades antioxidantes y que podría actuar como agente terapéutico para ayudar a mejorar el estrés metabólico de las vacas subnutridas. El objetivo del trabajo fue analizar las consecuencias de la subnutrición y la adición de hidroxitirosol en la dieta durante el último tercio de gestación de las vacas nodrizas sobre la evolución de los parámetros productivos y los perfiles metabólicos y endocrinos durante ese periodo.

Se realizó un ensayo con 110 vacas multíparas de las razas Parda de Montaña y Pirenaica, que fueron distribuidas en 4 grupos desde los 6,5 meses de gestación (28 semanas) hasta el parto (40 semanas), siguiendo un diseño factorial de 2x2 según nivel de alimentación (100 vs. 60% necesidades de mantenimiento y gestación) y aporte de hidroxitirosol (Control vs. HT, correspondiente a 0 y 178 mg HT/kg unifeed, respectivamente). Se registró el peso vivo (PV) y la condición corporal (CC, escala 1-5) de las vacas, y se tomaron muestras de sangre cada tres semanas, para determinar la concentración de glucosa, fructosamina, ácidos grasos no esterificados (AGNE), colesterol, urea y factor de crecimiento similar a la insulina (IGF-1). Los datos se analizaron con un modelo mixto lineal, con el nivel de alimentación, adición de hidroxitirosol, semana de gestación, raza y edad (mayores o menores de 10 años) como efectos fijos y la vaca como efecto aleatorio.

La evolución del PV y la CC estuvo condicionada por el nivel de alimentación (P<0,001), mostrando las vacas 100% un mayor PV (719 vs. 675 kg) y CC (3,6 vs. 3,0) al final de la gestación. Las vacas subnutridas (60%) presentaron menores niveles de glucosa y fructosamina a lo largo del periodo estudiado (P<0,001 y P<0,01, respectivamente), estando estos metabolitos correlacionados positivamente (r=0,46; P<0,001). Las concentraciones de AGNE fueron mayores en las vacas subnutridas (P<0,001), y estuvieron correlacionadas negativamente con las concentraciones de glucosa (r=-0,24; P<0,001) y con las de fructosamina (r=-0,41; P<0,001). Además, las vacas más jóvenes presentaron niveles de AGNE superiores (0,62 vs. 0,48 mmol/L para < y >10 años, P<0,05).

Los niveles de colesterol también fueron superiores en las vacas subnutridas en las semanas 34, 37 y 40 (P<0,05).

La concentración media de IGF-1 fue superior en las vacas 100% (78,68 vs. 67,24 ng/mL, P<0,01). Los valores de IGF-1 fueron descendiendo a medida que se acercaba el parto en todos los lotes (81,76; 72,36 y 64,78 ng/mL, para las semanas 28, 34 y 40 de gestación, P<0,001). La raza pirenaica presentó niveles medios superiores a la parda (78,80 vs. 67,13 ng/mL, P<0,001). La IGF-1 presentó una correlación positiva con la fructosamina (r=0,46; P<0,001). Respecto a la inclusión de HT, únicamente afectó a la concentración de urea, que fue menor en las semanas 34 y 37 en los lotes suplementados con HT (P<0,001).

Estos resultados preliminares permiten concluir que la subnutrición durante el último tercio de gestación redujo las concentraciones plasmáticas de los metabolitos que reflejan de forma directa el estado glucémico (glucosa y fructosamina) y de la hormona que lo hace de forma indirecta (IGF-1). La fructosamina, correlacionada con los niveles de glucosa, podría ser un buen indicador del estado glucémico durante las 3-4 semanas previas a la toma de muestra en los rumiantes, al igual que ocurre en otras especies. Ante una situación de déficit energético, y con el fin de mantener la gestación, los

animales subnutridos aumentaron el metabolismo lipídico, reflejado en las mayores concentraciones de AGNE y colesterol.

Esta movilización de tejido adiposo periférico también se vio reflejada en la evolución del PV y en la pérdida de CC. El hidroxitirosol no tuvo efecto sobre el metabolismo energético, pero su efecto sobre los niveles de urea indicarían una posible acción sobre el metabolismo proteico.

Este estudio forma parte de un proyecto más amplio (FETALNUT), en el que está pendiente analizar los efectos de la subnutrición en último tercio de gestación sobre la descendencia.

normal'

Agradecimientos: Al personal de La Garcipollera. Proyecto financiado por MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033 (FETALNUT). Contrato FPI-AEI de L. López de Armentia. Gobierno de Aragón (Grupo de investigación INPASS A25_23R).

Abstract ID: CO-122
Tipo: Oral Categoría:
Sanidad

FUENTES AMBIENTALES DE LA INFECCIÓN POR CRYPTOSPORIDIUM PARVUM EN TERNEROS LECHEROS NEONATALES

ENVIRONMENTAL SOURCES OF CRYPTOSPORIDIUM PARVUM INFECTION IN NEONATAL DAIRY CALVES

Maria Leonor Rodrigues[1], Isabel Pereira da Fonseca[2], Jacinto Gomes[3], Mariana Louro[4], Ricardo Bexiga[5]

1-CIISA ? Centre for Interdisciplinary Research in Animal Health, Faculty of Veterinary Medicine, University of Lisbon; Associate Laboratory for Animal and Veterinary Sciences (AL4AnimalS)

2-CIISA Centre for Interdisciplinary Research in Animal Health, Faculty of Veterinary Medicine, University of Lisbon; Associate Laboratory for Animal and Veterinary Sciences (AL4AnimalS)

3-CIISA Centre for Interdisciplinary Research in Animal Health, Faculty of Veterinary Medicine, University of Lisbon; Associate Laboratory for Animal and Veterinary Sciences (AL4AnimalS); Escola Superior Agrária de Elvas, Instituto Politécnico de Portalegre

4-CIISA Centre for Interdisciplinary Research in Animal Health, Faculty of Veterinary Medicine, University of Lisbon; Associate Laboratory for Animal and Veterinary Sciences (AL4AnimalS)

5-CIISA Centre for Interdisciplinary Research in Animal Health, Faculty of Veterinary Medicine, University of Lisbon; Associate Laboratory for Animal and Veterinary Sciences (AL4AnimalS)

Introduction and objectives

Cryptosporidium parvum is a protozoan parasite responsible for intestinal infection of humans and animals causing high morbidity and death in immunocompromised hosts and it is considered a major cause of diarrhea in calves. The main transmission route of the oocysts is fecal-oral. This parasite represents a serious problem both in animal health and production, and public health since some genotypes are zoonotic. This project aims to assess possible sources of *C. parvum* contamination for calves in a dairy farm, which could help develop more effective strategies to prevent and control the spread of this parasite, safeguarding the health and well-being of both animals and humans.

Materials, methods and results

Fecal samples from 6 adult cows were collected in pre and postpartum periods, as well as at birth from the respective offspring in a commercial dairy farm. Fecal samples from the 7 calves were collected daily from birth until day 21. Environmental samples such as swabs from boots, gloves, housing, buckets, esophageal tube, and petri dish collecting aerosols from high pressure water cleaning were collected.

Diagnosis methodology was based on the identification of oocysts using a filtration technique to remove the debris from the feces, followed by Ziehl-Neelsen stain and a direct immunofluorescence assay to detect the presence of *Cryptosporidium* oocyst. All cows' samples were negative. On the 6^{th} day, 4/7 calves tested positive, and by day 7, 7/7 were positive. From the 146 samples of calves tested, 104 were positive when using immunofluorescence assay but only 70 were positive when Ziehl-Neelsen stain was used.

DNA from environmental samples and the 10^{th} day of calves' fecal samples were extracted and analyzed by PCR of the 18S rRNA gene to confirm the presence of *Cryptosporidium*. Some pre-entrance boxes (4/6), water buckets (2/5), teats (1/5), feeders (4/5), petri dish (2/7), bed from the calving pen and all calves (7/7), exit boxes (7/7), gloves (2/2) and boots (2/2) tested positive. RFLP confirmed the presence of *Cryptosporidium parvum.* Sequence analysis of the gp60 gene confirmed the genotype as IIa A15G2R1.

Conclusions

Given that all the cows were negative at birth, they can be excluded as a potential source of infection to the calves. By day 6, 4 out of 7 calves were positive and by day 7 all tested positive, suggesting that the infection occurs between days 0 and 4, considering a pre-patent period of 3 to 6 days. *Cryptosporidium* was detected in some pre-entrance boxes, water buckets, teats, feeders, petri dish contents, gloves, boots and calving pen floor. This supports the hypothesis that the problem is in the handling and cleaning strategies: the use of high-pressured water for cleaning is a vehicle for oocysts' dissemination, the insufficient cleaning efficiency of the boxes and the feeding materials perpetuates the agent in the environment, and we,

handlers, are a source of cross-contamination between calves. In these conditions, newly born calves are exposed to the agent since day 0, what may justify the high prevalence of the infection and disease on dairy farms.

Abstract ID: CO-131
Tipo: Oral Categoría:
Sanidad

IDENTIFICACIÓN MOLECULAR DEL VIRUS DE INFLUENZA D EN CASOS DE BOVINOS CON PROCESOS RESPIRATORIOS.

MOLECULAR IDENTIFICATION OF INFLUENZA D VIRUS IN CLINICAL CASES OF BOVINE RESPIRATORY DISEASE.

Alfredo Angel Benito Zuñiga | Nuria Antón Baltanás | Cristina Baselga Julián | Jose Luis Arnal Bernal | Sofia Lázaro Gaspar

1-EXOPOL S.L Polígono Rio Gallego D/14, San Mateo de Gallego. Zaragoza

2-EXOPOL S.L Polígono Rio Gallego D/14, San Mateo de Gallego. Zaragoza

3-EXOPOL S.L Polígono Rio Gallego D/14, San Mateo de Gallego. Zaragoza

4-EXOPOL S.L Polígono Rio Gallego D/14, San Mateo de Gallego. Zaragoza

5-EXOPOL S.L Polígono Rio Gallego D/14, San Mateo de Gallego. Zaragoza

Introducción:

El virus de influenza D (IDV) tiene un genoma RNA segmentado, con una única glicoproteina de envoltura codificada por el gen hemaglutinina-esterasa-fusion (HEF), responsable de su amplio rango de hospedadores que incluyen al bovino y porcino entre otros. El bovino se ha considerado portador asintomático de este virus, pero estudios recientes demuestran la implicación del IDV en el complejo respiratorio bovino (CRB). Los estudios experimentales con IDV indican que ocasiona lesiones en el tracto respiratorio superior y replica en el tracto inferior causando neumonía ligera o moderada. Por otro lado, al igual que el resto de virus de influenza, IDV presenta una gran variabilidad describiéndose hasta el momento cuatro linajes en base a la filogenia del gen HEF. La infección por IDV se describe en bovinos de varios paises en el mundo, incluido varios europeos; sin embargo, su presencia en el ganado bovino español no se ha evaluado hasta el momento. Por estos motivos se realizó un estudio con el fin de identificar IDV en bovinos con procesos respiratorios y realizar la caracterización molecular de las cepas de nuestro país.

Materiales y Métodos:

El estudio fue realizado sobre un total de 171 casos clínicos de bovino compatibles con enfermedad respiratoria y recibidos en nuestro laboratorio durante el último año. Los casos procedían principalmente de España (n=150) pero también de Rumanía (n=14) y Portugal (n=7). Las muestras evaluadas fueron hisopos respiratorios (21%), lavados bronquioalveolares (31%) pulmón (39%) y otras muestras (9%). Cada caso fue evaluado con un panel de ensayos qPCR para identificar los principales agentes implicados en el CRB: BRSV, Parainfluenza 3, Herpesvirus bovino 1, Pestivirus, Mycoplasmopsis bovis, Pasteurella multocida, Histophilus somni, Mannheimia haemolytica e Influenza D virus. La caracterización molecular de las cepas circulantes fue realizada mediante secuenciación Sanger del gen HEF siguiendo un protocolo previamente descrito (Yu y col. 2022). El análisis filogenético fue realizado utilizando los programas bioinformáticos MAFFT v07 y el visualizador de dendogramas Archaeopterix; así como secuencias de referencia del gen HEF para los cuatro linajes de IDV depositadas en Genbank.

Resultados y Discusión:

Los procesos respiratorios causan importantes pérdidas económicas a la industria bovina a nivel global y tienen por lo general una etiología multifactorial en la que estan implicados diferentes agentes virales y bacterianos. En nuestro estudio los principales virus identificados fueron el Coronavirus bovino (32%), BRSV (16%) y la Parainfluenza 3 (22%), por lo general en co-infección con uno o más de los agentes bacterianos evaluados. Por otro lado, IDV fue identificado en el 7% (12/171) de los casos evaluados, en muestras procedentes de seis provicias españolas y dos casos de Rumanía. La identificación de este agente se realizó principalmente en lavados bronquioalveolares (51%), pero también en hisopos (41%) y pulmón (8%). Es interesante resaltar que el 75% (9/12) de los casos positivos a IDV, este agente estuvo en co-infección con otros virus, principalmente BRSV y Coronavirus bovino; sin embargo en los restantes tres casos IDV fue el unico agente viral identificado. La presencia de IDV como único agente viral identificado en animales con enfermedad respiratoria ha sido descrita recientemente en terneros del Reino Unido, Irlanda e Italia; apoyando la hipótesis de que este virus podría tener un rol primario en el desarrollo del CRB.

La caracterización molecular del IDV pudo ser realizada en seis casos positivos de diferentes provincias españolas y un caso procedente de Rumanía. El análisis filogenético de las secuencias de IDV españolas demostró que todas ellas pertenecían al

linaje D/OK, con una homología nucleotídica

>99% entre ellas; y con mucha similitud a secuencias de IDV descritas recientemente en Irlanda, Italia y Luxemburgo. Por otro lado, la secuencia de Rumanía fue clasificada dentro del linaje D/660 y presentaba una homología nucleotídica <94% con las secuencias españolas. El linaje D/OK ha sido considerado el de mayor circulación en Europa y la primera descripción del linaje D/660 en nuestro entorno fue realizada en Italia en 2018. Es importante mencionar que estudios posteriores en este país han descrito un aumento del linaje D/660 en comparación al D/OK a partir del año 2019, sugiriéndose un cambio en el genotipo circulante en Italia.

A conocimiento de los autores esta es la primera descripción molecular de la presencia de IDV en ganado bovino en España y posiblemente en Rumanía. Por otro lado, considerando la circulación continua de IDV en la ganadería bovina de la región, así como su potencial asociación con el desarrollo del CRB; recomendamos incluir este agente en los paneles de diagnostico para este proceso. Adicionalmente, sugerimos continuar con los estudios de caracterización con el fin de conocer la diversidad real de IDV en nuestro país.

Abstract ID: CO-123
Tipo: Oral Categoría:
Varios

PROGRAMACIÓN FETAL - IMPACTO DE PARIDAD MATERNA, TEMPORADA DE CONCEPCIÓN Y EL RENDIMIENTO LÁCTEO EN LA SALUD Y PRODUCTIVIDAD DE LAS CRÍAS HEMBRAS

FETAL PROGRAMMING - A RETROSPECTIVE STUDY OF DAM\\\'S PARITY, CONCEPTION SEASON, AND MILK YIELD ON FEMALE OFFSPRING'S HEALTH AND PRODUCTIVITY FOLLOWING THE FIRST CALVING

Gonçalo Pereira [1] | Luís Lopes-da-Costa [1] | Ricardo Bexiga [1]

1-CIISA ? Centre for Interdisciplinary Research in Animal Health, Faculty of Veterinary Medicine, University of Lisbon, Avenida da Universidade Técnica, 1300-477 Lisboa, Portugal

Fetal programming occurs during fetal development, a critical period in which tissues and organs are created. Insufficient nutrition during this period results in permanent alterations to structural and physiological functions of the fetus. In mammals, the nutritional state of pregnant dams may induce embryo adaptations that enhance its chance of survival in the short term, but that may become detrimental in postnatal life, influencing the risk of disease. Regarding dairy cattle, nulliparous and primiparous cows differ from multiparous in terms of nutritional partitioning because nulliparous and primiparous, particularly nulliparous, must allocate their nutritional intake to their growth and development. On the other hand, since nulliparous are not lactating, they do not have the energy expense of milk production during their gestation. It could be hypothesized, that offspring of primiparous have a lesser portion of their nutritional intake partitioned for fetal development as compared with offspring of multiparous cows. Moreover, offspring of nulliparous cows may have a bigger energetic availability throughout fetal life. Additionally, among cows with the same parity, blood glucose concentrations are lower among higher-producing cows, probably induced by the high rates of utilization needed to fulfill the requirements of higher milk synthesis. Also, maternal heat stress during gestation has been associated with offspring's reduced birth weights, reduced survival rates before weaning, and postnatal metabolic dysfunction. This impact of heat stress is particularly noticeable in countries with a mediterranean climate with hot and dry summers, like Portugal and Spain. Therefore, a retrospective study was conducted to assess the long-term effects of the conception season (spring, summer, autumn, and winter), dam's parity (nulliparous, n = 320; primiparous, n = 220; and multiparous, n=276), and dam's average milk yield (liter/day) during the lactation concurrent with offspring's fetal life, on health and fertility during the offspring's first lactation. Data was retrieved from a 700-milking Holstein-Friesian dairy cow herd in Portugal. Productivity and health events were retrieved from the herd's management software. Variables investigated included calving to conception interval (CCI), the occurrence of postpartum disease (retained fetal membranes - RFM, metritis, acetonemia, displaced abomasum, and mastitis) in the first 60 days postpartum, culling, and 305-day milk yield.

Statistical analysis was performed on SAS. The CCI was analyzed with Cox proportional hazard regression, the 305-day milk yield was analyzed by fitting a general linear model, and the occurrence of the different diseases and culling were analyzed by fitting generalized linear models with a logit link and a binary distribution. The offspring's CCI was not affected by the dam's parity and season of conception, but it was affected by the dam's average milk yield during gestation (P = 0.002). The offspring of dams with higher average milk yield during the gestation was associated with worse CCI [Hazard ratio = 0.973 (95% CI 0.957-0.990) per liter increase]. The offspring's 305-day milk yield of the first lactation was not affected by the dam's parity and average milk yield during the gestation, but it was associated with the season of conception (P = 0.020). The offspring conceived in the spring produced less milk than the offspring conceived in the autumn (P = 0.004, - 498 liters) and winter (P = 0.016, - 356 liters). Metritis incidence was not associated with any of the studied variables. There was a tendency (P = 0.068) for a higher dam's average milk yield during the gestation to be associated with lower RFM incidence [Odds ratio – OR = 0.939 (95% CI 0.878-1.005)]. Acetonemia incidence tended to be associated with parity (P = 0.064) and season of conception (P = 0.056). Nulliparous-born offspring tended to have a lower incidence of acetonemia compared with primiparous [OR = 0.681 (95% CI 0.437-1.062)] and multiparous-born [OR = 0.622 (95% CI 0.412-0.941)]. Similarly, offspring conceived during summer tended to have a higher incidence of acetonemia [OR = 1.641 (95% CI 1.028-2.621) vs winter-conceived; OR = 1.956 (95% CI 1.172-3.265) vs spring-conceived]. The incidence of displaced abomasum was affected by the dam's parity (P = 0.046) with nulliparous-born offspring being associated with lower incidence [OR = 0.197 (95% CI 0.053-0.726) vs primiparous-born; OR = 0.363

(95% CI 0.093-1.419) vs multiparous-born]. The incidence of mastitis was affected by the dam's average milk yield during the gestation (*P* = 0.021) with higher average milk yield during the gestation being associated with higher offspring's mastitis incidence (OR = 1.041 (95% CI 1.006-1.078) per liter increase). Conclusion: Fetal programming was associated with the offspring's 305-day milk yield, displaced abomasum incidence, and mastitis incidence, and tended to be associated with acetonemia incidence. Conversely, no association was observed between fetal programming, metritis, and culling rate. This work is expected to stimulate further research into the long-term effects of fetal programming in dairy cattle. This work was supported by Fundação para a Ciência e a Tecnologia project UIDB/00276/2020 (CIISA) and LA/P/0059/2020 (AL4AnimalS).

Abstract ID: CO-179
Tipo: Oral

Categoría: Seguridad Alimentaria y Bienestar Animal

NIVELES OBJETIVOS DE ESTRÉS EN VACAS DE LECHE RELACIONADOS CON EL PARTO Y LA SEPARACIÓN DE LA CRÍA

OBJECTIVE LEVELS OF STRESS IN DAIRY COWS RELATED TO CALVING AND COW-CALF SEPARATION

Silvia Rojo Montejo[1], Ruth Rodríguez Bermúdez[2], Francisco Javier Diéguez[3], Margarita Rico[4], Nicolás Mejuto Vázquez[5], Ramiro Fouz[6]

1-Área de Produción Animal. Facultade de Veterinaria. Campus Terra, Universidade de Santiago de Compostela, 27002, Lugo, España. 2-Área de Produción Animal. Facultade de Veterinaria. Campus Terra, Universidade de Santiago de Compostela, 27002, Lugo, España. 3-Área de Produción Animal. Facultade de Veterinaria. Campus Terra, Universidade de Santiago de Compostela, 27002, Lugo, España. 4-Área de Produción Animal. Facultade de Veterinaria. Campus Terra, Universidade de Santiago de Compostela, 27002, Lugo, España. 5-Área de Produción Animal. Facultade de Veterinaria. Campus Terra, Universidade de Santiago de Compostela, 27002, Lugo, España. 6-Área de Produción Animal. Facultade de Veterinaria. Campus Terra, Universidade de Santiago de Compostela, 27002, Lugo, España.

Los niveles de haptoglobina (Hp) y cortisol se han descrito como marcadores de estrés e inflamación en vacas de leche en postparto en trabajos previos. En el presente estudio se analiza la relación entre los niveles de dichos marcadores en vacas frisonas durante el postparto temprano y la facilidad al parto, así como la influencia de la práctica de manejo de separación o no de la cría inmediatamente tras el parto sobre estos niveles. Para ello, el estudio se llevó a cabo en 16 ganaderías de Galicia integradas en Control lechero oficial. Ocho de las ganaderías (G1) permitían el contacto madre-cría durante un número variable de días tras el parto; las ocho restantes (G2) realizaban un manejo convencional, con separación inmediata postparto madre- cría. En el G1 se obtuvieron muestras de suero de 49 animales en el momento previo a la separación madre-cría (por término medio 4 días postparto). En el G2 se obtuvieron muestras de suero de 49 animales con un diseño de días postparto equivalente al G1. Las muestras de suero se analizaron para valorar la concentración de Hp y cortisol empleando test ELISA comerciales. La facilidad de parto de cada animal se obtuvo de la base de datos de Control lechero, cuyos datos se recogen de la información disponible en la ganadería, y se codifican de la siguiente manera: 0. Sin evaluar, 1. Parto fácil (sin ayuda), 2. Parto normal (con ligera ayuda), 3. Parto difícil (fuerte tracción), 4. Cesárea o fetotomía con presentación normal, y 5. Presentación anormal del ternero, incluidas cesáreas y las fetotomías debidas a este problema. Se realizaron comparaciones de la concentración de Hp y cortisol entre los diferentes niveles de facilidad al parto tanto de forma global, en el total de animales analizados, como dentro de cada grupo de ganaderías (G1 y G2) empleando un test de ANOVA. El análisis descriptivo relativo a la facilidad al parto indica que el 93,9% de los animales (92/98) presentaron un parto no asistido (fácil, tipo 1), mientras que el 6,1% de los animales (6/98) presentaron un parto asistido (normal, tipo 2). No se encontraron animales con tipologías iguales o superiores a 3. Tampoco se detectaron diferencias significativas en las frecuencias de los tipos de partos entre G1 y G2. Las concentraciones de Hp en G1 fueron de 261,4 ng/ml para animales con parto no asistido (fácil, tipo 1) y de 596,6 ng/ml en los de parto asistido (normal, tipo 2), estas diferencias se aproximaban a la significación estadística (p=0,055). Igualmente, los niveles de Hp en G2 fueron de 402 ng/ml en animales con parto no asistido (fácil, tipo 1) y de 1.200 ng/ml en aquellos con parto asistido (normal, tipo 2), siendo estas diferencias significativas (p=0,002). En relación con el cortisol, los valores de G1 fueron de 116,5 ng/ml en las vacas con parto no asistido (fácil, tipo 1) y de 32,6 ng/ml en vacas con parto asistido (normal, tipo 2). Los valores de cortisol en G2 se invirtieron con respecto a G1, siendo de 86,2 ng/ml en vacas con parto no asistido (fácil, tipo 1) y de 201,1 ng/ml en vacas con parto asistido (normal, tipo 2). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en ninguno de los dos grupos. Los niveles significativamente superiores de Hp en las vacas que precisaron ayuda ligera en el parto frente a las de parto no asistido apuntan a que, incluso partos con poca dificultad, pero que requieren cierta asistencia, podrían agravar el estrés y los procesos inflamatorios que ocurren en el periodo de transición. Asimismo, estas diferencias en los niveles de Hp entre partos que requieren asistencia y partos no asistidos parecen ser más acentuadas en vacas que son separadas inmediatamente de su cría (G2). Esto podría estar relacionado con el hecho de que mantener el contacto con su cría favorece la regulación hormonal de la vaca, incluida la liberación de oxitocina en postparto, lo que reduce el estrés y ayuda a la contracción uterina y la expulsión de la placenta, contribuyendo a su recuperación. El contacto con la cría proporcionaría una mayor sensación de control y confort, permitiéndole desarrollar comportamientos maternales.

Abstract ID: CO-172
Tipo: Oral Categoría:
Sanidad

PREVALENCIA, BIOSEGURIDAD Y GESTIÓN DE RIESGOS DE INFECCIÓN POR CORONAVIRUS RESPIRATORIO BOVINO EN CEBADEROS DE TERNEROS MAMONES DE NUESTRO PAÍS

PREVALENCE, BIOSECURITY AND RISK MANAGEMENT OF BOVINE RESPIRATORY CORONAVIRUS INFECTION IN SPANISH VEAL CALF FEEDLOTS

Laura Elvira[1], Ana Adell[2], Jesús Bailo[3], Jaime Almajano [4], Daniel López[5], Javier Lillo[6], Aleix Cabezas[7], Rubén Valero [8], Juan José Fernández[9], Alfonso Barba[10], laura elvira[11]

1-MSD 2-Veterinario de Portavet

3-Veterinario de Agropienso 4-Veterinario de Portavet, Lleida 5-Veterinario de Portavet 6-MSD Animal Health

7-Veterinario de Agropienso 8-Veterinario de Portavet 9-Veterinario de Calfvet 10-Veterinario Asesor Cebo 11-MSD Animal Health

Se conoce desde hace tiempo que el coronavirus respiratorio bovino (BoCV) es un patógeno endémico mundial en el ganado vacuno, que juega un papel relevante en el Síndrome Respiratorio Bovino (SRB). Respecto a la prevalencia, un estudio realizado en granjas de vacuno lechero en Europa (Vertenten y col., 2022), incluida España, determinó una elevada prevalencia a nivel de rebaño (73%), siendo un 23% de los terneros lactantes positivos al virus en hisopado nasal. Sin embargo, no disponemos de estudios europeos centralizados sobre la prevalencia del BoCV en la población de terneros mamones de cebo, ni sobre los factores de riesgo asociados al manejo y la bioseguridad de la granja, que pudieran estar relacionados con la infección por coronavirus de los terneros.

Objetivos: Por ello, el objetivo de este estudio transversal fue obtener una estimación de la prevalencia del BoCV en los cebaderos de terneros mamones en Europa, si bien en el presente resumen nos centraremos en describir los resultados de los cebaderos españoles incluidos en el estudio.

Material y métodos: En este estudio se realizó una muestra de conveniencia de 70 granjas de cebo de terneros mamones de la Unión Europea (UE) de forma proporcional a su producción. En España se incluyeron un total de diez explotaciones de diferentes regiones que compraban terneros de distintos orígenes.

En cada explotación, se tomaron muestras de 10-20 terneros recién llegados a la explotación y 10-20 terneros recién destetados o con más de seis semanas de estancia y una muestra de estiércol del corral. En los terneros, se tomaron hisopos nasales y fecales para la detección de BoCV mediante PCR semicuantitativa en tiempo real (RT-PCR) y una muestra de suero sanguíneo para la detección de anticuerpos contra BoCV mediante ELISA. En ese mismo suero se evaluaron también los títulos de anticuerpos contra otros patógenos respiratorios (VRS, PI3, *Mannheimia haemolytica*). Por otro lado, en la muestra de estiércol se realizó también la PCR semicuantitativa frente a BoCV. Además, se realizó un cuestionario para determinar los factores de riesgo asociados a la prevalencia de BoCV. La bioseguridad se calificó mediante Biocheck (https://biocheckgent.com/).

Resultados

A nivel global, con 49 granjas muestreadas hasta la fecha, se ha aislado BoCV en un 100% de las granjas y un 70% de los terneros muestreados.

En el muestreo realizado en nuestro país, se analizaron más de 700 muestras de suero, hisopos fecales y nasales, correspondientes a los 248 terneros muestreados (127 terneros en la semana de recepción y 121 ya destetados) de los diez cebaderos objeto de estudio. Además, se analizaron nueve muestras de la cama de estiércol de la granja.

De acuerdo con los resultados obtenidos a nivel global, los resultados del muestreo en España han evidenciado: En el 100% de las granjas muestreadas se aisló material viral de BoCV. De hecho, la presencia de BoCV se confirmó en el 89,5% de los hisopos nasales y en el 84,57% de los hisopos fecales. El 98% de los terneros tuvieron una muestra de hisopo fecal o nasal positiva, y el 76% de los terneros tuvieron ambas muestras positivas a BoCV.

En las distintas granjas, los terneros recién llegados mostraron los niveles más altos de positividad a la PCR de BoCV, con un 92% de los terneros positivos, frente a un 87% en los terneros destetados. Por otro lado, los niveles medios de anticuerpos (medidos por densidad óptica) fueron de media de 40 a 60 (++) en terneros predestete y de 60 a 80 (+++) en terneros destetados/mayores, viéndose un incrementó en la seropositividad a más tiempo de estancia.

Finalmente, la puntuación de bioseguridad fue en general baja en las granjas de este estudio y queda pendiente el análisis del conjunto de explotaciones del estudio.

Conclusión: Los resultados preliminares indican que el BoCV circula intensamente en los terneros de origen lechero destinados al cebo. Después de llegar a la granja, la mayoría de los terneros transmiten el virus tanto por la vía respiratoria como entérica y todavía se observan altos niveles de transmisión del virus en los terneros ya destetados o mayores.

Abstract ID: CO-186
Tipo: Oral Categoría:
Sanidad

EFECTO DE LA ENFERMEDAD HEMORRÁGICA EPIZOÓTICA BOVINA EN EL ESTADO SANITARIO, PRODUCTIVO, MORTALIDAD Y REPRODUCTIVO DE REBAÑOS DE LECHE, Y SU REPERCUSIÓN ECONÓMICA.

EFFECT OF EPIZOOTIC BOVINE HEMORRHAGIC DISEASE ON THE HEALTH, PRODUCTION, MORTALITY AND REPRODUCTIVE STATUS OF DAIRY HERDS, AND ITS ECONOMIC IMPACT.

Laura Elvira[1], Sergio Violat Cantero[2], Giovanni Montoya[3], Ju Vizuete Barrios[4], Celia Bartolome Criado[5], F Redondo [6], Angel Revilla Ruiz[7], Alejandro Lopez Castiello[8], E Rodriguez [9], MªEugenia Revilla Ruiz[10]

1-MSD Animal Health 2-Alpavet C/ Velada 4 (45600, Talavera de la Reina Toledo, Spain) 3-MSD Animal Health 4-Alpavet C/ Velada 4 (45600, Talavera de la Reina Toledo, Spain) 5-MSD Animal Health 6-Alpavet C/ Velada 4 (45600, Talavera de la Reina Toledo, Spain)

7-Departamento de Medicina y Cirugía Animal, Facultad de Veterinaria, UCM, Avda. Puerta de Hierro s/n (28040, Madrid, Spain) 8-Alpavet C/ Velada 4 (45600, Talavera de la Reina Toledo, Spain)

9-Alpavet C/ Velada 4 (45600, Talavera de la Reina Toledo, Spain) 10-Universidad Alfonso X el Sabio, Avda. de la Universidad No. 1 (28691 Madrid, Spain)

La Enfermedad Epizoótica Hemorrágica Bovina (EHE) causada por un virus de la familia Rhabdoviridae, es una patología que afecta a los bovinos, afectando a la salud, reproducción y producción de los rebaños. El serotipo 7 de la EHE se ha descrito como causante de un cuadro más grave que se caracteriza por la aparición de fiebre, pérdida de apetito, debilidad, ulceras, cojeras y en algunos casos, hemorragias. Además, algunos animales muestran abundante secreción nasal serosa a purulenta, salivación excesiva, afectación de la lengua, cianosis y erosiones (Howerth y col., 2001).

Debido a las lesiones, algunos animales se deshidratan y quedan caquécticos, y en algunos casos mueren debido a una neumonía por aspiración (EFSA, 2023).

En lo que respecta a la reproducción, la EHE también puede tener un impacto negativo importante. La enfermedad puede causar abortos espontáneos y disminuir la tasa de concepción (Anbalagan y Hause, 2014). Además, la infección viral puede afectar a la calidad del semen en los toros, lo que contribuye a problemas reproductivos en el rebaño (Monge y col., 2023). Estos efectos combinados pueden llevar a una disminución en la tasa de natalidad y al alargamiento de los intervalos entre partos, afectando la eficiencia reproductiva del rebaño. Finalmente, en términos de producción, la EHE también causa estragos. La enfermedad puede llevar a una disminución en la producción de leche de hasta un 20% (Yadin y col, 2008).

La prevención y el control de la EHE se convierten en elementos cruciales. La vacunación podría ser una herramienta fundamental para prevenir la propagación del virus. Desafortunadamente, todavía no contamos con vacuna disponible, por lo que trabajar en bioseguridad desempeña un papel crucial para el control de la enfermedad. Dado que la EHE puede transmitirse a través de mosquitos culicoides (EFSA, 2021), se recomienda el empleo de insecticidas y repelentes en animales, medios de transporte e instalaciones para limitar la exposición de los animales a estos vectores (MAPA, 2023).

Esta enfermedad emergente se detectó por primera vez en España en noviembre de 2022 afectando a innumerables explotaciones de nuestro país por lo que nos planteamos evaluar el impacto de la enfermedad sobre la producción, reproducción y mortalidad en las granjas lecheras afectadas.

Materiales y Métodos

En este estudio se ha recopilado la información de 15 granjas lecheras ubicadas en Castilla la Mancha, que se vieron afectadas por EEHB durante los meses de agosto y septiembre de 2023. Para el análisis comparativo se han recopilado los indicadores del programa de gestión tanto de los meses del verano de 2023 en que se produjo el brote, como del año previo que utilizaremos a modo de referencia.

Los parámetros recogidos y analizados de forma descriptiva en las distintas granjas han sido la producción lechera (L/vaca/día), el porcentaje de mortinatos (%), la tasa de mortalidad (%) y la tasa de eliminación (%).

Resultados

Los distintos parámetros nos indican el impacto que ha tenido la enfermedad tanto en la producción, como en la salud de los animales. A nivel productivo, la producción lechera disminuyó 1,20 L/vaca/día en el año 2023 durante los meses de agosto y septiembre en comparación con los datos de los mismos meses del año anterior (40,33 vs 41,53 L/vaca/día).

Por otro lado, a nivel de salud, el porcentaje de mortinatos aumentó un 4,60% en agosto y un 5,30% en septiembre de 2023, comparándolo con los porcentajes del año 2022. La tasa de mortalidad aumentó un 1,8%; mientras que la tasa de eliminación de animales aumentó un 0,4% en agosto y septiembre de 2023 versus 2022.

Conclusiones

Tal y como nos indica la bibliografía, el serotipo 7 de EHE circulante en nuestro país, ha tenido un impacto importante en la salud y rentabilidad de los rebaños lecheros afectados. Conocer los signos clínicos que nos hagan sospechar de la enfermedad y trabajar en bioseguridad, con especial hincapié en el control del mosquito que actúa como vector, son aspectos clave para minimizar la entrada y circulación de la enfermedad en los rebaños.

Abstract ID: CO-181
Tipo: Oral

Categoría: Calidad de Leche

MEJORA LA SALUD DE LA UBRE ERRADICANDO EL VIRUS DE LA DIARREA VÍRICA BOVINA DE LA GRANJA

IMPROVEMENT UDDER HEALTH ERRADICATING BOVINE VIRAL DIARRHEA VIRUS ON FARM

Ana Santos- García Fiz

1- Seragro S.Coop. Galega

Se ha investigado el impacto de un brote de Diarrea Vírica Bovina (BVD), en la capacidad productiva, reproductiva y principalmente en la salud de la ubre de las vacas de una explotación de producción lechera intensiva de sesenta vacas en ordeño de Galicia. La granja sobre la que se ha realizado este trabajo recibe históricamente de forma mensual asesoramiento por veterinarios especializados en reproducción y en alimentación. Además está monitorizada desde noviembre de 2016 por el programa de la Asociación de Defensa Sanitaria a la que pertenece, controlándose paratuberculosis, neospora, rinotraqueitis infecciosa bovina y diarrea vírica bovina. Desde julio de 2017 recibe asesoramiento en calidad de leche, debido a la incidencia de casos de mamitis clínicas y por recuentos celulares en tanque por encima de 200.000 células somáticas, por lo que les impedía cobrar el mejor precio por la leche vendida a la industria. Respecto a la rutina de ordeño era desordenada e ineficiente por no existir un criterio de tareas para cada ordeñador. Había dos ordeñadores para una sala de ordeño 6x2, en espina de pescado, en línea baja y con retiradores automáticos. La preparación consistía en limpieza de pezones con papel en seco y no llevaban a cabo la tarea del despunte de pezones, por lo que había sobreordeño al inicio del ordeño en gran cantidad de vacas. Se hacía uso excesivo de retiradores en modo manual. Además el flujo de retirada era bajo, lo que hacía que, aunque la retirada fuse automática, el sobreordeño final era excesivo. Como consecuencia, el ordeño era lento y había un 32% de las vacas con esfínteres de pezones lesionados. En la primera visita, se instauró una rutina de ordeño secuencial en la que se asignó a cada trabajador tareas concretas para mejorar la velocidad de ordeño y el estado de los esfínteres. La nueva rutina de ordeño consistió en:

- Limpieza en seco con papel
- Despunte de pezones eliminando chorros de leche abundantemente
- Colocación de unidades de ordeño en pezones con leche apoyada en todas las vacas para minimizar el sobreordeño de inicio

Tras la revisión de la máquina de ordeño, la conducción de leche tenía una pendiente deficiente y el nivel de vacío estaba en 42,5 kilopascales (KPa). Los cambios que se introdujeron en el último trimestre de 2017 fueron:

- Proporcionar una pendiente uniforme del 2% en la conducción de leche, para mantener el flujo laminar de la leche durante el ordeño
- Aumentar el nivel de vacío de 42,5 KPa a 47 KPa para ayudar a acortar el tiempo medio de ordeño del rebaño
- Regular el flujo de retirada de los retiradores automáticos a 450 gramos/minutos para evitar el sobreordeño final

Con estos tres aspectos en la máquina de ordeño junto con la mejora de la rutina de ordeño, se consiguió acortar 30 minutos en cada uno de los dos turnos de ordeño.

Respecto a la calidad del agua, en 2017 se analizó, obteniendo resultados deficientes en calidad microbiológica y se empezó a clorar desde aquel momento. En cuanto a los silos, silo de maíz y de ray- grass, eran de buena calidad y el manejo de los frentes era excelente.

Desde 2016 todas las analíticas trimestrales de anticuerpos frente a proteína 80 del virus del BVD en leche de tanque y las analíticas anuales en suero de la recría, habían resultado negativas. Y es en el control serológico anual realizado en abril de 2022 cuando de 45 animales muestreados entre 8 y 24 meses de edad, 24 de ellos resultaron positivos. Se confirmó el nacimiento de animales persistentemente infectados (PI) desde abril hasta octubre de 2022, que fueron eliminados. Se instauró la pauta con vacuna viva a todos los animales en mayo de 2022. Se mantiene el seguimiento de la enfermedad mediante análisis de antígeno en tanque de leche y en suero sanguíneo en pool, cada tres meses y cada año,

respectivamente.

Para este estudio se han tenido en cuenta los siguientes resultados obtenidos durante los años 2021, 2022 y 2023.

Se registró: Los kilogramos de materia seca de la ración consumida por los animales, siendo la variación mínima.

MATERIA SECA	2021	2022	2023
Kilogramos	24,86	25,86	25,35

La producción media de leche por datos del Control Lechero, habiendo un aumento significativo de la misma.

PRODUCCIÓN MEDIA	2021	2022	2023	Diferencia 22/21	Diferencia 23/22	Diferencia 23/21
Leche (kg)	31,66	30,42	36,39	-1,24	5,97	4,73

El recuento medio de células somáticas (RCS) por datos del Laboratorio Interprofesional Lácteo Gallego (LIGAL), habiendo una disminución drástica en los resultados.Además obteniendo el precio sin penalización en el cobro de la leche entregada a la industria.

	2021	2022	2023	Diferencia 22/21	Diferencia 23/22	Diferencia 23/21
RCS	443.000	300.000	161.000	-143.000	-139.000	-282.000

La prevalencia de infección de mastitis (%), la tasa de nuevas infecciones (%), la tasa de curación (%), las vacas sanas (%), las vacas crónicas (%), mejorando la salud de la ubre de los animales muy significativamente:

Calidad de leche	2021	2022	2023	Diferencia 22/21	Diferencia 23/22	Diferencia 23/21
Prevalencia	37%	34,66%	19,68%	-2,34%	-14,98%	-17,32%
Nuevas infecciones	18,01%	15,50%	10,80%	-2,51%	-4,70%	-7,21%
Tasa de curación	28,87%	25,14%	35,71%	-3,73%	10,57%	6,84%
Vacas sanas	50,15%	53,97%	67,24%	3,82%	13,27%	17,09%
Vacas crónicas	19,15%	20,07%	10,42%	0,92%	-9,65%	-8,73%

La media de días en leche anuales (DEL), los días abiertos, la fertilidad (%), la tasa de preñez (%), los abortos (%), mejorando todos los parámetros:

Reproducción	2021	2022	2023	Diferencia 22/21	Diferencia 23/22	Diferencia 23/21
Media DEL	220,63	199,86	183,95	-20,77	-15,91	-36.88
Parto - IA fec. (Días)	140,71	132,85	122,37	-7,86	-10,48	-18,34%
Fertilidad	33,71%	37,7%	40%	3,99%	2,3%	6,29%
Tasa de preñez	21,81%	22,43%	27,2%	0,62%	4,77%	5,39%
Abortos	6,93%	6,15%	1,47%	-0,78%	-4,68%	-5,46%

Con estos resultados se concluye que:

1. La monitorización constante del virus de la Diarrea Vírica Bovina, la utilización de vacuna viva, y el análisis y eliminación de todos los individuos nacidos persistentemente infectados, son medidas eficaces para erradicar la enfermedad.
2. La erradicación del virus de la Diarrea Vírica Bovina, además de mejorar los resultados reproductivos como ya se indica en otros estudios previos, también mejora la calidad de la leche y la salud de la ubre de los animales.
3. Se propone la realización de otros estudios con mayor número de muestra y en mayor número de granjas que relacionen estos parámetros de calidad de leche y salud de ubre con la infección del virus de la Diarrea Vírica Bovina.

Abstract ID: CO-145
Tipo: Oral Categoría:
Sanidad

¿QUÉ PARÁSITOS GASTROINTESTINALES SON MÁS IMPORTANTES EN EL GANADO VACUNO DE GALICIA Y ASTURIAS?

WHAT ARE THE MOST IMPORTANT GASTROINTESTINAL PARASITES IN CATTLE FROM GALICIA AND ASTURIAS?

David García Dios | Jose Manuel Diaz Cao | Ceferino López | Pablo Díez Baños | Ana Saldaña | Alberto Prieto | Susana Remesar | Patrocinio Morrondo | Rosario Panadero | Gonzalo López Lorenzo | Nestor Martinez Calabuig | Pablo Díaz

1-Universidade de Santiago de Compostela

2-Universidade de santiago de Compostela

3-Universidade de santiago de Compostela

4-Universidade de santiago de Compostela

5-Universidade de santiago de Compostela

6-Universidade de santiago de Compostela

7-Universidade de Santiago de Compostela

8-Universidade de santiago de Compostela

9-Universidade de santiago de Compostela

10-Universidade de santiago de Compostela

11-Universidade de santiago de Compostela

12-Universidade de santiago de Compostela

En el noroeste de España, los cambios que ha experimentado en los últimos años el sector del ganado vacuno han producido cambios importantes en los riesgos parasitarios. La puesta en valor del bienestar animal y del pastoreo se han traducido en un notable incremento del riesgo de adquirir infecciones con parásitos gastrointestinales que repercuten de forma muy negativa en el rendimiento productivo de los bovinos. Entre los parásitos con mayor patogenicidad se incluyen los estróngilos gastrointestinales o ciertos trematodos, como Fasciola hepatica, que son prácticamente inexistentes en sistemas de producción intensivos. En este nuevo contexto productivo, conocer los parásitos gastrointestinales más frecuentes en cada zona resulta imprescindible para elaborar las estrategias de control integrado más adecuadas. En el presente trabajo se trató de evaluar la presencia de diferentes parásitos en ganado vacuno de Galicia y Asturias, determinar su prevalencia y establecer las co- infecciones más frecuentes entre los distintos parásitos. Para ello se recogieron muestras fecales de

3.095 animales mayores de 6 meses procedentes de 137 explotaciones de ganado vacuno de Galicia y Asturias. En estas granjas, los animales tenían acceso al pasto de forma continua o en determinadas etapas productivas (novillas y/o vacas secas). Se utilizaron las técnicas de flotación en solución salina saturada y sedimentación para concentrar las formas parasitarias. La intensidad de eliminación de formas parasitarias se estimó tras realizar un recuento en una cámara de McMaster, y se expresó en huevos u ooquistes por gramo de heces (hpg u opg, respectivamente). El 68,0% de los animales resultaron positivos al menos a un parásito gastrointestinal. Se identificaron siete parásitos digestivos diferentes, siendo el más frecuente Calicophoron daubneyi, pues en más de la mitad (51,2%) de las muestras se detectaron huevos (96,6 hpg) de este trematodo ruminal. Estos resultados confirman la tendencia ascendente observada durante los últimos años en el noroeste del país y sugieren una amplia diseminación del trematodo así como una notable contaminación de los pastos de la región,

que podría favorecer un incremento de casos clínicos de paranfistomidosis. Otros parásitos que se hallaron con frecuencia fueron los estróngilos gastrointestinales (24%; 86,1 hpg) y los coccidios del género Eimeria (22,1%; 179,1 opg). Estos últimos son ubicuos en las granjas pero rara vez causan problemas en bovinos adultos, aunque estos animales pueden constituir la fuente de infección para los jóvenes, más susceptibles. Por el contrario, las prevalencias y recuentos de huevos por gramo fueron inferiores para F. hepatica (3,3%; 2,1 hpg), cada vez menos importante en el ganado vacuno de estas regiones, Dicrocoelium dendriticum (2,0%; 1,9 hpg), Moniezia spp. (1,1%; 84,9 hpg) y Strongyloides spp. (0,3%; 66,7 hpg). Al

comparar los datos de prevalencia obtenidos para cada parásito en bóvidos de Galicia y Asturias, se comprobó que, en general, los porcentajes de infección eran muy similares, siendo las diferencias menores al 2% en todos los casos ($p > 0,05$). Por el contrario, el porcentaje de bovinos positivos a C. daubneyi fue significativamente superior ($X2=120,58$; $p < 0,001$) en Asturias (68,7%) que en Galicia (45,6%); como ambas Comunidades Autónomas comparten un clima similar, las diferencias detectadas responden muy probablemente a variaciones en la gestión sanitaria y el conocimiento del parásito en ambas regiones. A esto se suma la existencia de datos previos de prevalencia en Galicia, y su difusión en charlas a ganaderos y veterinarios, que se han traducido en un incremento de los análisis de laboratorio para diagnosticar e implementar las medidas de control más adecuadas frente a este trematodo. Aunque la identificación de un único parásito fue lo más común (58,7%), las infecciones dobles también fueron frecuentes (30,7%). Sin embargo, las infecciones integradas por tres o cuatro parásitos fueron mucho menos abundantes (9,3% y 1,3% de los animales positivos, respectivamente). Las infecciones dobles más habituales incluyeron C. daubneyi junto con coccidios o estróngilos gastrointestinales. En las infecciones triples destacó la combinación de coccidios, estróngilos gastrointestinales y C. daubneyi, que supuso más de un 60% de todas ellas. Por último, se detectaron únicamente 28 casos de infecciones con 4 parásitos, estando integradas por coccidios, estróngilos gastrointestinales, C. daubneyi junto con trematodos y cestodos como D. dendriticum, F. hepatica o Moniezia spp. La gran variedad de parásitos presentes en las explotaciones de ganado vacuno del noroeste peninsular, así como la notable presencia de algunos de ellos, como paranfistómidos y estróngilos gastrointestinales, exige un diagnóstico personalizado de cada explotación a fin de diseñar planes de desparasitación y control más eficaces y económicamente viables adaptados a los parásitos presentes en la granja. Para ello, es indispensable la colaboración de veterinarios clínicos, ADSGs y laboratorios. Además, nuestros resultados ponen de manifiesto la necesidad de difundir información sobre el diagnóstico y control de estos parásitos en estas Comunidades Autónomas a fin de reducir el posible impacto negativo sobre las producciones y evitar la aparición de casos clínicos.

Abstract ID: CO-142
Tipo: Oral

Categoría: Reproducción

EFFECT OF LUNG CONSOLIDATION DETECTED BY SEQUENTIAL THORACIC ULTRASOUND DURING EARLY MONTHS OF LIFE ON GROWTH AND REPRODUCTIVE PERFORMANCE IN HOLSTEIN HEIFERS

EFECTO DE LAS LESIONES PULMONARES DETECTADAS MEDIANTE ECOGRAF&IACUTE;A TOR&AACUTE;CICA SECUENCIAL DURANTE LOS PRIMEROS MESES DE VIDA EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO REPRODUCTIVO DE NOVILLAS HOLSTEIN

Inmaculada Cuevas Gómez | José María Sánchez Gómez | Laura Molina Moreno

1-Departamento de Reproducción Animal, Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA-CSIC), Madrid 28040, España.

2-Rusama Ganadería S.L, Pozoblanco 14400, España.

3-Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA), Hinojosa del Duque 14270, España

Bovine respiratory disease (BRD) during early life of dairy calves can impact their subsequent productive stages. Despite the significance of BRD, there is no gold standard diagnosis, and its effects extend beyond visible clinical signs. In fact, we previously reported that up to 64% of dairy calves may develop lung consolidation before weaning, with only 43% exhibiting clinical sings associated with BRD. Thoracic ultrasound scoring (TUS) has been recently validated as an accurate method for detecting BRD-related lung consolidation. However, existing studies using TUS in preweaned dairy calves have predominantly relied on a single TUS record, limiting the assessment of persistent lung consolidation over time and potential recovery after BRD treatment. We hypothesized that persistent lung consolidation during early life of calves could negatively affect the subsequent growth and reproductive performance of heifers. To our knowledge, this is the first study using sequential TUS to assess how lung consolidation during early stages of calf development affect growth and reproductive outcomes of Holstein heifers. The main objective of this longitudinal observational study was to determine whether persistent lung consolidation, detected using sequential TUS, was associated with average daily gain (ADG), age at first artificial insemination (AGE_AI), pregnancy rate at first AI (PR_1AI), and age at pregnancy achievement (AGE_PREG). Additionally, we aimed to investigate whether antibiotic treatment could reverse the potential consequences of lung consolidation. A total of 120 preweaned dairy calves from two commercial farms were included in the study. Five consecutive assessments of TUS, individual body weight, and rectal temperature were performed in each calf every 15 days by the same veterinarian, starting from 35.9 ??5.4 days up to 98.4 ??9.2 days of age. The TUS assessment covered the right 2nd through 10th and left 3rd through 9th intercostal spaces and was performed using an 8-MHz linear transducer. Lung consolidation threshold was set at ?1 cm^2. Calf body weights were evaluated using a weight tape. Of note, calves with lung consolidation ?3 cm^2 or those with lung consolidation ?2 cm^2 and rectal temperature ?38.9ºC or ?39.1ºC during non-warm months or warm months, respectively, received antibiotic treatment. Heifers became eligible for AI upon reaching 55% of the adult live weight and a height at the withers of 135 cm. AI was performed following visual estrus detection, and pregnancy diagnosis was performed by transrectal ultrasonography at 29 days post-AI. Statistical analysis comprised 600 TUS from 120 calves and the experimental unit was the calf. The number of evaluations with observed lung consolidation (NUMBER_CON) was categorized (0 vs ?1). Persistent lung consolidation (PERSISTENT_CON) was defined when lung consolidation was observed in three consecutive evaluations. Recovery after antibiotic treatment (RECOVERY) was defined when no lung lesion was detected in the subsequent TUS after treatment. Different multivariable, mixed-effects models were constructed (SAS software) for NUMBER_CON, PERSISTENT_CON, and RECOVERY, including farm as a covariate variable, to determine their association with ADG, AGE_AI, PR_1AI, and AGE_PREG. The results are presented in the Table (data represented as mean ??SD). In this study, 81.7% of calves showed lung consolidation at any point over the study and 18.3% exhibited persistent lung consolidation. Out of the total animals, 83.3% required antibiotic treatment, while 16.7% did not. From those treated calves, 50% recovered and 44% did not. NUMBER_CON was not associated with any of the variables analyzed. However, heifers with persistent lung consolidation showed reduced ADG (-88.2 g/day). Moreover, although PERSISTENT_CON was not associated with AGE_AI, pregnancy rate at first AI was lower in heifers with persistent lung consolidation, resulting in a delayed age at pregnancy (33.4 days later). Interestingly, heifers that did not recover after antibiotic treatment tended to be inseminated for the first time 14.8 days later and achieve pregnancy 28.2 days later than heifers that did not need treatment. In conclusion, persistent lung consolidation impairs calf

growth, with a subsequent impact on pregnancy success that delay the age at the first pregnancy.

		% (n)	ADG (g/day)	*P*-value	AGE_AI (days)	*P*-value	PR_1AI (%)	*P*-value	AGE_PREG (days)
NUMBER_CON	0	18.3 (22/120)	846.0 ± 141.8	>0.05	424.0 ± 34.5	>0.05	61.9	>0.05	440.0 ± 51.3
	?1	81.7 (98/120)	823.4 ± 165.9		427.8±28.6		57.8		457.8 ± 57.5
PERSISTENT_CON	NO	81.7 (98/120)	843.7 ± 139.4	**0.018**	426.6±29.4	>0.05	63.7	**0.028**	448.5 ± 47.5
	YES	18.3 (22/120)	755.5 ± 226.5		429.1±31.2		35.0		481.9 ± 83.0
RECOVERY	Non-treated	16.7 (20/120)	871.7 ± 126.1	>0.05	416.2[a]±32.2	**0.097**	55.0	>0.05	435.2[a] ± 53.6
	Recovered	50 (50/100)	835.6 ± 138.3	426.6[a,b]±26.4	64.4	450.8[a,b] ± 40.2			
	Non-recovered	44 (44/100)	799.7 ± 197.3		431.0[b]±28.9		52.5		463.4[b] ± 66.0

Abstract ID: CO-158
Tipo: Oral

Categoría: Reproducción

PREVALENCIA Y FACTORES DE RIESGO DE ENDOMETRITIS SUBCLÍNICA Y OCLUSIÓN TUBÁRICA EN VACAS LECHERAS REPETIDORAS

PREVALENCE AND RISK FACTORS OF SUBCLINICAL ENDOMETRITIS AND OVIDUCTAL PATENCY IN REPEAT BREEDER DAIRY CATTLE

Luis Angel Quintela Arias[1], Pedro Herradón[2], Carlos Carmelo Pérez-Marín[3], Juan José Becerra[4], Uxía Yáñez[5], Ana Isabel Peña[6], Sofía Villar[7], Jacobo Álvarez[8]

1-Reproduction and Obstetrics, Department of Animal Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain/IBADER, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, S

2-Reproduction and Obstetrics, Department of Animal Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain/IBADER, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain

3-Department of Animal Medicine and Surgery, Faculty of Veterinary Medicine, Universidad de Córdoba, Córdoba, Spain

4-Reproduction and Obstetrics, Department of Animal Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain/IBADER, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain

5-Reproduction and Obstetrics, Department of Animal Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain

6-Reproduction and Obstetrics, Department of Animal Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain

7-Reproduction and Obstetrics, Department of Animal Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain

8-Reproduction and Obstetrics, Department of Animal Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain

El síndrome de repetición de celos (SRC) es uno de los trastornos reproductivos más importantes en las vacas lecheras, con consecuencias considerables como un incremento de los días abiertos, un mayor número de servicios por concepción y un alto riesgo de sacrificio involuntario temprano, situaciones que afectan significativamente la rentabilidad de la industria láctea. Una vaca con SRC se define como una vaca cíclica, sin patologías clínicas y que no queda gestante después de tres o más inseminaciones sucesivas (Zemjanis 1980), y su incidencia en vacas de aptitud láctea oscila entre el 9-62% (Bulman & Lamming, 1978; Yusuf et al., 2012). Aunque se sabe que puede tener un origen multifactorial, la etiología del SRC aún es objeto de investigación. Así, se han reportado como posibles causas las infecciones uterinas, como las endometritis, y las alteraciones anatómicas, como la occlusion tubárica (OT) (Pérez-Marín et al., 2012).

Teniendo esto en cuenta, el objetivo del presente estudio fue determinar la prevalencia y los factores de riesgo d e endometritis subclínica (ES) y OT en vacas Holstein con SRC, así como realizar una aproximación al tratamien to de ambas patologías.

De una población total de 2370 vacas, se seleccionaron los animales durante las visitas de control de reproducc ión, incluyendo aquellas que habían sido inseminadas 3 o más veces sin quedar gestantes. Estas vacas fueron e xaminadas externamente, mediante inspección visual y palpación; e internamente, mediante ecografía transrect

al (ProVetScan SR-2C 5 MHz, New Vet

erinary Technologies, León, España)

. Solo las vacas que no presentaban signos clínicos (cojeras, mamitis, endometritis clínica o quistes ováricos, e

ntre otros) fueron escogidas para el estudio. Finalmente, se seleccionaron 99 vacas con SRC. En estos animales, se realizó una citología endometrial median te la técnica del citobrush para determinar la presencia de ES y una prueba fenol sulfoftaleína para determinar la permeabilidad oviductal. Además, se recogieron datos del historial de cada animal para determinar los factores de riesgo de ambas patologías: número de parto, fecha del parto y de las inseminaciones y ocurrencia de patologías postparto (Metabólicas: cet osis, hipocalcemia y desplazamiento de abomaso; Reproductivas: distocias, nacidos muertos, partos dobles, ret ención de placenta, metritis, endometritis clínica y Otras: mastitis clínica y subclínica). Asimismo, los animales c

on ES (n=22) fueron sometidos a uno de lo

s siguientes tratamientos: 1. AINE+Prostaglandina F_{2a}(PGF $_{2a}$, n=8): Se ad ministraron los tratami entos 2 y 3 al mismo tiempo 2. AINE (n=7): 1 mL/35Kg de RimadylÒ vía subcutánea (Carprofeno, 50 mg/mL). 3. PGF $_{2a}$ (n=7): 2 mL por vaca de Dinolytic Ò vía intramuscular (Dinoprost, 12,5 mg/mL). Por otro lado, las vacas con OT (n=3) fueron tratadas con: 1. Transfe rencia de un embrión (n=2); 2. Inseminación artificial (n=1). Para el análisis estadístico se utilizaron pruebas des criptivas y un test χ^2 de Pearson.

Los resultados muestran una prevalencia del 22% de ES, similar a la reportada por Pascottini et al. (2017) y Díaz- Lundahl et al. (2021). No se observaron efectos estadísticamente significativos para ninguno de los factores de riesgo evaluados. En cuanto al tratamiento, aunque el número de animales con ES fue reducido debido a la poca prevalencia observada, se obtuvieron tasas de gestación del 62,5%, 14,3% y 0% para los grupos 1, 2 y 3 de trata miento, respectivamente. Así, estos resultados sugieren que se podría mejorar las tasas de gestación de estos a nimales mediante la aplicación de un tratamiento combinado de Carprofeno y PGF_{2a}.

Por otra parte, la prevalencia de OT fue tan solo del 3% y, en todos los casos, unilateral. Este resultado contrasta con el obtenido por Garrido et al. (2020), quienes reportan un 24% de vacas con SRC con OT: 4% con obstrucció n bilateral y 20% con obstrucción unilateral. En ambos estudios se utilizaron la misma técnica y criterios de sele cción. Debido a los pocos casos de OT, no se evaluaron ni los factores de riesgo ni el efecto de los tratamientos.

En conclusión, la prevalencia de las ES y las OT en vacas con SRC no parece ser elevada en las vacas objeto de estudio. Además, en aquellos casos en que se diagnostique como causa la ES, el uso de AINES parece mejorar l as tasas de gestación. No obstante, la escasez de estudios, la gran discrepancia entre ellos y el reducido númer o de animales empleado en la mayoría, indica la necesidad de realizar más trabajos al respecto e incrementar el tamaño muestral.

Abstract ID: CO-173
Tipo: Oral Categoría:
Sanidad

RESPUESTA COMPARATIVA DE DOS VACUNAS MONODOSIS PARA EL CONTROL DE DIARREA NEONATAL EN TERNEROS EN GANADO VACUNO

COMPARATIVE RESPONSE OF TWO SINGLE DOSE VACCINES FOR CONTROLLING NEONATAL CALF DIARRHEA IN BEEF CATTLE

Laura Elvira[1], Juan Pablo Bejar [2], laura elvira[3], Pablo Piñeiro[4], Marta Isabel Vicente[5]

1-MSD Animal Health

2-Veterinario ADSG Fonsagrada (Galicia, España

3-MSD Animal Health

4-MSD Animal Health España

5-MSD Animal Health

La diarrea neonatal (DN) es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad de los terneros de carne en su primer mes de vida (Smith, 2012; Naylor, 2009), causa de retraso en el crecimiento, mayor riesgo de neumonía, impacto negativo en la rentabilidad, el bienestar animal y el uso de antimicrobianos (Uter Maier et al., 2022). En relación a las estrategias preventivas, se ha demostrado un impacto positivo de la vacunación de las madres durante el último tercio de gestación que se transfiere pasivamente a los terneros a través del calostro para protegerlos (Recca et al., 2003). Sin embargo, González et al. (2022) mostraron cómo la respuesta inmune tras la vacunación frente a la DN difiere entre vacunas aparentemente similares en el caso del vacuno lechero.

Por ello, el objetivo de este estudio fue comparar los resultados de dos vacunas comerciales para el control de la diarrea neonatal en terneros con un registro de dosis única en la vacunación primaria sobre los resultados a nivel de la respuesta inmune en madres de aptitud cárnica y sus terneros.

Material y métodos

El estudio ciego y aleatorizado se realizó en dos granjas de vacuno de nuestro país ubicadas en el noroeste de España. En total, 75 vacas de carne no vacunadas previamente frente a la DN fueron asignadas aleatoriamente a uno de los tres grupos de estudio alrededor de dos meses antes del parto: un grupo de control negativo sin vacunación y dos grupos vacunados con dos vacunas diferentes (vacuna A: Bovilis Rotavec® Corona y vacuna B: Bovisan® Diar). El objetivo era seguir un mínimo de 35 partos en los que pudiera realizarse el muestreo de la madre y ternero tras el parto. Los terneros recibieron el calostro y leche de transición mediante amamantamiento de sus propias madres y no se produjeron diferencias en el manejo por sexo ni grupo de estudio.

Para monitorizar la respuesta inmune, se cuantificó la concentración de anticuerpos específicos frente a los tres patógenos incluidos en la vacuna (*E. coli*, rotavirus y coronavirus) en el suero y calostro de las madres, y en el suero de sus terneros. Para ello, se utilizaron diferentes ELISAs comerciales (BIO K126 Rotavirus Bovino, BIO K295 E. coli k99 y BIO K392 Coronavirus bovino) siguiendo las indicaciones del fabricante. Los análisis se realizaron en el Laboratorio De Soluciones Diagnósticas de Boxmeer (Holanda), acreditado GLP.

Todos los análisis estadísticos se realizaron de forma ciega utilizando SAS V.9.1.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC, EE. UU.). Para todos los análisis, se utilizó la madre o el ternero individual como unidad experimental. El nivel de significación estadística se fijó en 0,05 y la tendencia estadística cuando el valor de $p < 0,10$. Para el análisis estadístico se realizó un análisis de homogeneidad y un análisis de modelo multivariable.

Resultados

Un total de 37 vacas que parieron entre 3 semanas y 3 meses después de la vacunación fueron seguidas hasta el final del ensayo: 10 en el grupo de vacuna A; 15 vacunados grupo B y 12 no vacunadas. El análisis estadístico directo mostró que el calostro de las madres del grupo vacunado con la vacuna A tenía niveles significativamente más altos de anticuerpos frente al BoCV, BoRV y ETEC ($p<0,05$). Posteriormente, el análisis multivariable reveló la presencia de diferencias significativas entre ambos grupos vacunales en el nivel de anticuerpos calostrales frente a ETEC ($p<0,05$). Así mismo, identificó la importancia del grupo vacunal a la hora de predecir la cantidad de anticuerpos calostrales frente a BoCV y BoRV a través de la fórmula de

predicción (IE: Calostro BoCV = 35,9 +0,46*TPV+ Grupo (Vacuna A: 21,27; Vacuna B: -3,45 y Control -17,9) + -0,06 ICV, donde TPV = valor suero vaca prevacuna; y ICV = intervalo entre la vacuna y el parto y R = 0,49). Finalmente, los terneros de las madres del grupo de la Vacuna A tuvieron niveles significativamente más altos de anticuerpos frente a ETEC en comparación con la Vacuna B (93,4 vs 65,3% para la Vacuna A y B, respectivamente) (P<0,05).

Conclusiones

Los resultados del estudio mostraron el impacto positivo de la vacunación de las vacas de carne incrementando la respuesta inmune específica frente a los agentes incluidos en la vacunación, con la mejora esperada en la protección de sus terneros frente a la DN. En el grupo de control, el nivel promedio de anticuerpos en el calostro fue significativamente menor que la Vacuna A para los tres patógenos, lo que demuestra la importancia de la vacunación de las madres. Así mismo, en concordancia con los resultados del estudio previo realizado en vacuno lechero, también en las vacas de carne se encontró una respuesta inmune específica más completa y equilibrada frente a los tres patógenos en el grupo vacunado con la vacuna A (Rotavec® Corona).

Abstract ID: CO-138
Tipo: Oral Categoría:
Varios

IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DE LA MUESTRA EN EL ANÁLISIS DE MACROMINERALES.

IMPORTANCE OF SAMPLE QUALITY IN THE ANALYSIS OF MACROMINERALS.

Belén Larrán[1], Inmaculada Orjales[2], Marta Miranda[3], Marta López-Alonso[4], Lucas Rigueira[5]

1-Departamento de Patología Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Santiago de Compostela, Campus Terra, Lugo

2-Departamento de Anatomía, Producción Animal y Ciencias Clínicas Veterinarias, Facultad de Veterinaria, Universidad de Santiago de Compostela, Campus Terra, Lugo

3-Departamento de Anatomía, Producción Animal y Ciencias Clínicas Veterinarias, Facultad de Veterinaria, Universidad de Santiago de Compostela, Campus Terra, Lugo.

4-Departamento de Patología Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Santiago de Compostela, Campus Terra, Lugo.

5-Departamento de Anatomía, Producción Animal y Ciencias Clínicas Veterinarias, Facultad de Veterinaria, Universidad de Santiago de Compostela, Campus Terra, Lugo.

Introducción

La hemólisis es capaz de alterar los resultados de los análisis y es la causa más frecuente de errores preanalíticos en medicina humana. Su prevalencia en medicina veterinaria es desconocida, pero sabemos que es un error frecuente, especialmente en clínica de grandes animales, asociado principalmente a un mal manejo de las muestras.

En vacuno de leche, el análisis de macrominerales es la analítica más realizada en los laboratorios. Dada la alta prevalencia de hipocalcemia subclínica y otras alteraciones minerales en ganado vacuno de alta producción lechera, resulta esencial conocer si la hemólisis afecta al análisis de macrominerales para garantizar la fiabilidad de los resultados.

Este estudio evalúa el impacto del grado de hemólisis de las muestras en las concentraciones de calcio (Ca), fósforo (P) y magnesio (Mg) analizadas por dos métodos: bioquímica (BQ) y espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS).

Material y métodos

Se obtuvieron muestras de sangre de diez vacas sanas de raza Holstein en su tercera lactación, con examen físico, hemograma y análisis bioquímico dentro de los rangos de referencia. Se prepararon sueros gradualmente hemolizados añadiendo cantidades crecientes de hemolizado, obtenido de la sangre de cada individuo, al suero original, generando siete grados de hemólisis: 0.0%, 0.2%, 0.5%, 1.0%, 2.5%, 5.0% y 10% (n=70). Cada suero fue dividido en dos alícuotas para el análisis de Ca, P y Mg mediante las técnicas de ICP-MS y BQ húmeda (RAL MnChip PointCare).

Para cada método, el efecto de la hemólisis sobre la concentración de los analitos se evaluó utilizando un análisis de varianza ANOVA de una vía y, cuando este fue significativo, una prueba de comparación múltiple de Tukey. Se calculó el porcentaje de variación con respecto a las muestras sin hemólisis (0.0%) como (ValorInicial/ValorFinal)*100.

Resultados

La hemólisis produjo variaciones estadísticamente significativas ($P<0.05$) en las concentraciones de Ca (a partir del 2.5% de hemólisis) y de P (a partir del 10% de hemólisis) exclusivamente con la técnica de BQ. Produciendo una disminución progresiva de los niveles de Ca y un aumento de las concentraciones de P.

En el caso del Ca, la hemólisis produjo que los valores salieran del rango de referencia (8.3-13.2 mg/dL) para vacuno de nuestro laboratorio. Específicamente, se observó en el 30% de las muestras con 2.5% de hemólisis, el 80% con 5.0% de hemólisis y en todas las muestras del grupo con 10% de hemólisis los niveles estaban por debajo del rango inferior.

Tabla 1. Porcentaje de variación en la concentración de macrominerales con respecto al valor inicial.

Grado de hemólisis (%)

		0.0	0.2	0.5	1.0	2.5	5.0	10	*p*
Ca	BQ		1.94	-5.93	-8.45	-21.28*	-30.61*	-70.85*	<0.001
	ICP-MS		-0.54	-0.33	-4.91	-5.76	-3.47	-6.40	>0.05
M	BQ		3.52	0.44	0.44	0.88	1.32	-1.76	>0.05
	ICP-MS		-2.56	-2.40	-5.53	-6.63	-4.57	-4.97	>0.05
P	BQ		1.56	-0.14	2.40	8.29	13.74	24.44*	<0.05
	ICP-MS		-0.35	-0.59	-0.41	-1.24	-0.46	0.60	>0.05

Discusión

La alteración de P puede considerarse de escasa significación clínica, dado que comienza en un alto grado de hemólisis (10%). Sin embargo, la alteración observada en los niveles de Ca es muy significativa clínicamente. Esta comienza en grados más bajos y frecuentes de hemólisis (2.5%), provocando descensos significativos del Ca y dando lugar a una falsa hipocalcemia. Obtener resultados fiables de Ca en vacuno de leche en el posparto es imprescindible. La hipocalcemia subclínica, puede afectar al 50% de las vacas en el postparto y tiene consecuencias graves, al afectar a la salud, producción y reproducción1. Los resultados evidencian que grados bajo-moderados de hemólisis podrían llevar al diagnóstico incorrecto de hipocalcemia subclínica, impactando negativamente en la granja. Estudios previos sobre la influencia de la hemólisis en el análisis del Ca muestran resultados contradictorios, atribuibles a diferencias en la metodología empleada2,3,4,5. Es esencial que los laboratorios conozcan la influencia de la hemólisis en sus técnicas específicas e informen consecuentemente.

La ICP-MS destaca por ser una técnica muy sensible y específica y, a diferencia de la BQ, no se ve afectada por interferencias químicas o espectrofotométricas. Por ello, las interferencias observadas tienen un origen analítico y no reflejan una auténtica concentración o dilución de macrominerales.

Conclusión

La hemólisis puede afectar a la medición del Ca cuando se emplean técnicas de BQ, generando descensos significativos a partir de grados bajos de hemólisis (2.5%). Los veterinarios deben tomar medidas preventivas para evitar la hemólisis en las muestras y los laboratorios deben conocer la influencia de esta en sus técnicas para informar adecuadamente.

Bibliografía

1.Goff. (2008). https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.020

2. Janssen, et al. (1991). PMID:2070016.

3. Leary, et al. (1992). https://doi.org/10.1093/clinchem/38.6.904

4. Jacobs, et al. (1992). PMCID:PMC1481322

5.Bach, et al. (2020). https://doi.org/10.3168/jds.2019-17394

Abstract ID: CO-118 Tipo:
Oral Categoría: Cebo

EVALUACIÓN DE TERNEROS DE CEBO TRATADOS CON OLIGOELEMENTOS INYECTABLES A LA ENTRADA MEDIANTE ECOGRAFÍA PULMONAR

EVALUATION OF LUNG HEALTH IN FATTENING CALVES TREATED WITH INJECTABLE TRACE MINERALS UPON ARRIVAL USING TORACIC ULTRASOUND

Marcello Guadagnini[1], Joan Tutusaus[2], Marcos Alvarez[3], Juan A. Pérez-Salas Ochando[4]

1-Axiota Animal Health

2-Veterinario asesor freelance 3-Lleidambient SLU

4-Ecuphar Veterinaria SLU

Introducción

Las explotaciones de terneros mamones de engorde se caracterizan por la agrupación de terneros lactantes, mayoritariamente machos y con orígenes variados, que, tras el transporte nacional o internacional, empiezan su fase de engorde. Estos factores hacen que el riesgo de desarrollar patologías respiratorias sea muy elevado, sobre todo durante los primeros noventa días. Algunas explotaciones emplean la ecografía torácica con el objetivo de establecer un diagnóstico precoz y fiable de lesiones pulmonares a la entrada y determinando su evolución temporal. Un factor crítico, para estos animales sometidos a condiciones estresantes y desafíos infecciosos, es la adecuada disponibilidad de oligoelementos y de enzimas antioxidantes. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la salud pulmonar de terneros tratados con una solución de oligoelementos inyectables administrada a la entrada a través de la ecografía torácica.

Materiales y Métodos

En cuatro explotaciones bovinas de engorde en Cataluña, un total de 1492 terneros de raza frisona o cruces, entre marzo y septiembre 2023 fueron tratados a la entrada con 1 ml/50 kg SC de una combinación de oligoelementos inyectables a base de Zinc, Cobre, Manganeso y Selenio (Multimin®, Axiota Animal Health, MM). Este grupo fue comparado con los animales entrados en las mismas explotaciones durante los mismos meses de los 2 años anteriores (Histórico Control, HC) (n=1941). Todos los animales se sometieron a una primera evaluación ecográfica al segundo día de entrada realizada por el mismo veterinario mediante un ecógrafo portátil con un transductor lineal de 7.5 MHz.. Una segunda evaluación se realizó 21.5±3.4 días tras la primera. La puntuación utilizada para la evaluación ecográfica fue la que propusieron *Buczinski et col*. modificada: puntuación 2 para animales sin lesiones o lesiones leves, 3 para lesiones de mediana gravedad, 4 para lesiones graves. Los valores obtenidos en la ecografía fueron analizados tanto como dato continuo como categórico.

Comparando la puntuación entre ambas evaluaciones de cada animal se construyeron dos variables categóricas distintas. La primera categorización dividió los animales en tres categorías: “mejora” (MEJ), “ningún cambio” (NC) y “empeoramiento” (EMP). En la segunda categorización, para poder identificar

el riesgo de empeoramiento, se excluyeron los animales con puntuación inicial igual a 4 y se dividieron los animales de forma dicotómica según el cambio de su puntuación: Empeoramiento (Sí/No). Los grupos MM y HC fueron comparados por la puntuación a través regresiones lineales simples y modelos de regresión lineal, y para todas las variables categóricas se utilizó la regresión logística simple y modelos de regresión logística. El análisis estadístico fue realizado con el programa de elaboración JMP 17® (SAS Institute Inc.). Resultados estadísticamente significativos se establecieron por valores de $p<0.05$.

Resultados

El peso a la entrada de todos los animales fue de 63.65 ±5.25 Kg. El grupo HC tuvo un peso significativamente mayor comparado con el grupo MM (HC 63.93; MM 63.29 Kg p=0.0004). La puntación ecográfica inicial fue significativamente mayor para MM (2.37) comparado con HC (2.29). En el grupo MM las lesiones 2 fueron el 71.0 %, las lesiones 3 el 20.8% y las de grado 4 el 8.1%, mientras en HC el porcentaje de lesiones grado 2,3 y 4 fueron respectivamente 76.8%, 17.8% y 5.4% (p=0.002). La puntuación media a la segunda evaluación fue significativamente menor para MM (2.54) comparado con HC (2.68) ($p<0.0001$). También la puntuación en la segunda evaluación en forma categórica fue significativamente distinta: MM tuvo 58.0% lesiones grado 2, 29.5% grado 3 y 12.5 grado 4, mientras

HC tuvo 51.1% lesiones grado 2, 29.5% grado 3 Y 19.4% grado 4. En el modelo que tenía como variable independiente la puntuación en la segunda evaluación como valor continuo, teniendo en cuenta como variables fijas la puntuación inicial, el

mes de entrada, el peso a la entrada, la explotación, el número de terneros por entrada y el intervalo entre evaluaciones, MM tuvo una media ponderada mínima de 2.47 (IC 95% 2.39-2.56) y HC 2.61 (IC 95% 2.53-2.69). La evolución de las lesiones fue distinta entre grupos de tratamiento ($p<0.0001$): en el grupo MM el porcentaje de MEJ fue 14.7%, de NC 58.3% y EMP 27.0%, mientras en HC fue del 9.8%, 52.6% y 37.6%, respectivamente. El porcentaje de animales que empeoró su puntuación ecográfica en la segunda evaluación fue significativamente menor para MM (29.4%) comparado con HC (39.7%) ($p<0.0001$). Teniendo en cuenta las mismas variables dependientes del modelo anterior, se calculó que el riesgo de empeorar las lesiones era 1.44 (OR 1.22-1.70) veces mayor para el grupo HC comparado con MM.

Conclusiones

La administración de una solución inyectable de oligoelementos a la entrada en terneros de engorde, comparado con el histórico control, permitió mejorar la salud pulmonar medida a través de la ecografía pulmonar.

Abstract ID: CO-133
Tipo: Oral Categoría:
Sanidad

BENEFICIOS DEL USO CONJUNTO DE ENCUESTAS EPIDEMIOLÓGICAS Y ANÁLISIS COPROLÓGICOS PARA EL CONTROL DE ENDOPARÁSITOS DIGESTIVOS EN VACUNO

ADVANTAGES OF THE COMBINED USE OF EPIDEMIOLOGICAL SURVEYS AND COPROLOGICAL ANALYSIS FOR THE CONTROL OF DIGESTIVE ENDOPARASITES IN CATTLE.

Nélida Fernández Pato | Félix María Valcárcel Sancho | Manon Larché | María Sánchez Sánchez | Óscar García | Ángeles Sonia Olmeda García | Elvira Rodríguez

1-Facultad de Veterinaria Universidad Alfonso X El Sabio

2-Grupo de Parasitologia animal, Departamento de Reproducción Animal, INIA- CSIC

3-Facultad de veterinaria Universidad Alfonso X el Sabio

4-Vivotecnia

5-Veterinario clínico Segovia

6-Facultad de Veterinaria Universidad Complutense Madrid

7-Veterinaria clínica Segovia

La infección de vacuno en extensivo por endoparásitos digestivos es prácticamente inevitable. Para su detección, pueden utilizarse distintas técnicas diagnósticas, siendo las coprológicas, las más frecuentes, debido, entre otras causas a su bajo coste.

La detección de los parásitos en los análisis, depende de la sensibilidad de los métodos coprológicos y de factores epidemiológicos, entre otros factores. Por ello, integrar los resultados de las coprologías con las condiciones particulares de cada explotación posibilita implantar medidas de control individualizadas. Además, el análisis de los datos obtenidos en encuestas epidemiológicas realizadas en explotaciones ganaderas de regiones geográficas similares corrobora el interés de su uso para poder comprender los resultados obtenidos con métodos diagnósticos.

En 40 explotaciones de ganado vacuno de la provincia de Segovia se llevó a cabo una encuesta epidemiológica en la que se hicieron preguntas relacionadas con los animales, el manejo y las pautas de desparasitación y, además, se analizaron muestras de heces con las técnicas coprológicas de McMaster modificado y sedimentación en copa. En las explotaciones estudiadas las desparasitaciones suelen hacerse en primavera y otoño, aunque no hubo una pauta de desparasitación uniforme. En casi todos los casos tanto la decisión del tratamiento antiparasitario, como el momento de administración, y el principio activo a utilizar, fueron decisión del veterinario. Dentro de los antiparasitarios utilizados, el más frecuente fue la ivermectina (5 explotaciones como fármaco único, 1 combinado con closantel y 1 combinado con nitroxinil), seguido del albendazol (3 explotaciones), nitroxinil y closantel (en 2 cada una).

En todas las explotaciones en las que se conoció el antiparasitario utilizado, se detectaron NGI, *F. hepatica*. *C. daubneyi*, aunque solo en el caso del uso de closantel o closantel con ivermectina se detectó una muestra con una carga mayor a 300 hpg, en el resto de las explotaciones, las cargas fueron menores a 100 hpg. Destacando que, el hecho de que en una explotación en la que se utilizaba closantel, el 42,1% de las muestras recogidas en invierno fueron positivas a *F. hepatica*.

En las 382 muestras de heces analizadas se detectaron nematodos gastrointestinales (NGI) (42,4%), *Calicophoron daubneyi* (38,7%), *Fasciola hepatica* (16,8%), *Moniezia benedeni* (13,08%), *Buxtonella sulcata* (1,3%), *Trichuris discolor* (16,8%) *Eimeria* spp., y (0,5%) *D. dendriticum*. En relación con las 40 granjas analizadas, se pudieron detectar *C. daubneyi* y NGI en 31 de ellas, *Eimeria* spp. en 16, *F. hepatica* en 14*, B. sulcata* en 4, *D. dendriticum* en 3 y *M. benedeni* y *T. discolor* en una única explotación.

Eimeria spp. se detectó en todos los grupos de edad, aunque el único animal con presencia de signos clínicos de eimeriosis fue un animal de 6 meses, de una explotación en la que previamente habían aparecido problemas de coccidiosis invernal. En cuanto a los NGI solo se detectaron 3 animales, de 3 explotaciones distintas, en otoño e invierno, con eliminación suficiente que justificase realizar control selectivo.

La mayor eliminación de NGI en la zona tuvo lugar en el otoño, *F. hepatica* en primavera e invierno, mientras que en *C. daubneyi*, la eliminación fue mayor en primavera, seguida de invierno y otoño.

El McMaster modificado, se considera la técnica coprológica rutinaria, pero la utilización de la sedimentación en copa, mejora el diagnóstico en estas explotaciones bovinas. En este estudio el uso combinado de dos técnicas coprológicas sencillas mejoró la detección de los principales endoparásitos digestivos detectados en ganado vacuno y el establecimiento de grupos dentro de una explotación para la recogida de muestras, permitió certificar diferencias debidas a la edad y/o estado productivo. Estos resultados confirman la importancia de combinar la información obtenida en los análisis de heces con la información epidemiológica de cada explotación a la hora de tomar de decisiones en el control antiparasitario favoreciendo la elección más adecuada del antiparasitario en cada caso. Como se pudo observar en este estudio en el que se consideró una modificación en la desparasitación, pasando del uso del closantel o su combinación con ivermectina en los meses de invierno por otro antiparasitario fasciolicida como el nitroxinil, debido a que el 36,9% de las muestras analizadas fueron positivas a este trematodo.

Por este motivo, la combinación de coprologías y encuestas epidemiológicas, mejorará las pautas de desparasitación, evitando tratamientos innecesarios o el uso excesivo de antihelmínticos que pueda facilitar el desarrollo de resistencias.

Abstract ID: CO-151
Tipo: Oral Categoría:
Sanidad

RESULTADOS PRELIMINARES DE UNA ACCIÓN COLABORATIVA (PROYECTO GARES: GARRAPATAS DE ESPAÑA): DISTRIBUCIÓN DE GARRAPATAS DURAS EN GANADO VACUNO

PRELIMINARY RESULTS OF A COLLABORATIVE ACTION (PROYECTO GARES: GARRAPATAS DE ESPA&NTILDE;A): DISTRIBUTION OF HARD TICKS IN CATTLE.

Félix Valcárcel | María Vilá Pena | Miguel Ángel Habela Martínez Estellez | Nélida Fernández Pato | María Sánchez Sánchez | Ana Candela Grande Ávila | A. Sonia Olmeda García | Agustín Estrada Peña | Ana María García López

1-Departamentro de Reproducción Animal INIA-CSIC

2-Universidad de Extremadura

3-UCM y USC

4-Universidad de Extremadura

5-Universidad Alfonso X El Sabio

6-Vivotecnia

7-Universidad de Extremadura

8-Universidad Complutense de Madrid

9-Universidad de Zaragoza

Las garrapatas duras (familia Ixodidae) son un amplio grupo de artrópodos hematófagos obligados con unas 720 especies reconocidas. Pueden ser vectores y/o reservorios de patógenos (bacterias, parásitos o virus) que originan enfermedades en los animales y/o el hombre (rickettsiosis, borreliosis, encefalitis, fiebre hemorrágica de Crimea Congo, fiebre exantemática, babesiosis, theileriosis, erhlichiosis, etc.).

Según las especies, se alimentan en distintos hospedadores y están adaptadas a diferentes hábitats, según factores abióticos (clima), bióticos (hospedadores) y los derivados de las acciones humanas en el paisaje. La situación estratégica de la Península Ibérica, puente entre dos continentes tan diferentes como África y Europa, y el espacio común que conforma con otros países del Mediterráneo, son responsables de una biodiversidad única, que también afecta a las garrapatas. Así, en un espacio relativamente pequeño coexisten más especies de garrapatas que en el resto de Centroeuropa y, por tanto, también una mayor variedad de enfermedades transmitidas. El cambio climático global, con aumento de la temperatura, modificación de la distribución de la lluvia, los cambios de uso del suelo, la globalización y el movimiento de personas y animales está afectando, entre otros aspectos, a la distribución de garrapatas, tanto a nivel mundial como dentro de la Península Ibérica.

Dentro de un proyecto más amplio liderado por el Ministerio de Sanidad que pretende definir el riesgo de enfermedades transmitidas por garrapatas, el proyecto GARES es una iniciativa colaborativa que tiene como objetivo hacer un mapa actualizado y completo de la distribución de garrapatas en España. La recogida de muestras se realizó a dos niveles. El primero fue desarrollado por entomólogos sanitarios que recogieron garrapatas de vegetación y sobre los animales. En el segundo nivel se solicitó la colaboración de profesionales veterinarios (Congreso de Anembe 2023), pero dada la buena acogida de la iniciativa durante el estudio se sumaron también aportaciones de ciudadanos no vinculados con la profesión. Esta acción colaborativa envió, según un protocolo establecido, los ejemplares recogidos y debidamente conservados que fueron identificados en el laboratorio. En este primer periodo del estudio el objetivo era exclusivamente describir la presencia/ausencia de las distintas especies de garrapatas, sin cuantificar su abundancia. En esta comunicación se presentan los resultados acerca de las garrapatas obtenidas entre junio y diciembre de 2023 sobre ganado vacuno.

En total se obtuvieron 713 garrapatas, de las que el 51,61% procedía de Castilla y León, seguidas de Extremadura, Cantabria, Cataluña, Baleares y Aragón (27,63, 10,24, 8,84, 1,40, y 0,28 %, respectivamente). El equipo de expertos recogió el 15,99% de las garrapatas mientras que la acción colaborativa aportó el 84,01% restante. Los colaboradores se clasificaron en función

de sus respuestas al formulario en dos grupos: profesionales (veterinarios, ganaderos, miembros de la administración u otras profesiones directamente relacionadas con animales) y ciudadanos (cuando no indicaban filiación en el formulario). El grupo “ciudadanos” envió el 71.43% de las muestras de colaboración ciudadana y el restante (28.57%) fue remitido por profesionales.

Entre las garrapatas se recogieron ejemplares de los cinco géneros de garrapatas descritos en la Península Ibérica siendo *Rhipicephalus* el más abundante (80,50%), seguido de *Ixodes, Hyalomma, Haemaphysalis* y *Dermacentor* (9,96, 7,91, 4,35, 0,28 y 0,28%, respectivamente). Entre las especies, *Rhipicephalus bursa* fue la más frecuentemente identificada (80,22%), seguida de *Ixodes ricinus, Hyalomma marginatum, Haemaphysalis concinna, Rhipicephalus sanguineus, Dermacentor marginatus* y *Hyalomma scupense* (9,96, 4,77, 4,35, 0,28, 0,28, 0,14 %, respectivamente).

Aunque los resultados presentados son aún parciales, puesto que se desarrollaron durante seis meses, el estudio pretende continuar en años sucesivos hasta completar el mapa de distribución de garrapatas de vacuno en todas las Comunidades Autónomas, siendo el punto de partida de posteriores análisis.

El interés suscitado en la población y su grado de participación demuestra que la colaboración ciudadana es una herramienta que complementa y enriquece nuestro trabajo cuyo beneficio repercute tanto en la propia sociedad como en el sector pecuario.

Agradecimiento: al Centro de Coordinación de Alertas y Emergencias Sanitarias del Ministerio de Sanidad por la financiación del estudio, a Marco A. Sánchez Moreiro y a Fernando de Paz que apoyaron la difusión inicial del proyecto y a todos los colaboradores que han participado difundiendo y/o enviando ejemplares de garrapatas para el estudio.

Abstract ID: CO-141
Tipo: Oral Categoría:
Sanidad

PARATUBERCULOSIS BOVINA: UTILIDAD DE LA ENCUESTA EPIDEMIOLÓGICA COMO HERRAMIENTA PARA EL CONTROL DE LA ENFERMEDAD EN LA COMARCA DE LOS PEDROCHES

BOVINE PARATUBERCULOSIS: USEFULNESS OF THE EPIDEMIOLOGICAL SURVEY AS A TOOL FOR THE CONTROL OF THE DISEASE IN THE PEDROCHES REGION

Francisco Jurado-Martos [1], Fernando Cardoso-Toset [1], Belén Huerta Lorenzo [2,3], Carmen Tarradas [2,3], Inmaculada Luque [2,3].

1 CICAP-Centro de Investigación, Pozoblanco, Córdoba, España.

2 Departamento de Sanidad Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Córdoba, España.

3 UIC Zoonosis y Enfermedades Emergentes ENZOEM, Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario "ceiA3", Universidad de Córdoba, España.

La paratuberculosis bovina (PTB) es una enfermedad infecciosa e incurable causada por *Mycobacterium avium* subps. *paratuberculosis* (MAP). Esta enfermedad, que afecta principalmente a rumiantes, provoca cuadros digestivos crónicos, emaciación y muerte debido a una enteritis granulomatosa progresiva. Se encuentra distribuida por todo el mundo, y su prevalencia puede superar el 15 % en países desarrollados, pero se estima que su importancia real estaría subestimada porque muchos casos no son bien diagnosticados. El largo periodo de incubación, los signos clínicos inespecíficos hasta las fases finales, y la ausencia de pruebas de diagnóstico rápidas y fiables condicionan la dificultad para aplicar medidas adecuadas de control.

Los programas de control se basan en la combinación de estrategias de diagnóstico y sacrificio, así como en la implementación de medidas higiénico-sanitarias en el manejo, con el objetivo de reducir el riesgo de exposición de la recría a MAP. El veterinario responsable de explotación debe decidir, según la situación y los recursos disponibles, la aplicación de las medidas más adecuadas. Con el propósito de contribuir al control efectivo de la PTB, se diseñó y aplicó un cuestionario epidemiológico dirigido a las ganaderías de vacuno lechero de la comarca de los Pedroches. El objetivo fue recopilar información relevante que permitiera evaluar el riesgo de infección por MAP en las explotaciones, basándose en sus características y los factores de riesgo previamente descritos para la PTB.

En el estudio participaron 41 ganaderías, de las cuales se recogieron 832 muestras de suero sanguíneo. Estas muestras fueron analizadas mediante la técnica ELISA-PTB (IDEXX Laboratories, Westbrook, ME, USA) para determinar el estatus frente a la PTB de las ganaderías. Además, se diseñó un cuestionario compuesto por 31 ítems agrupados en tres bloques, i) características, bioseguridad e instalaciones de la ganadería, que incluía diez factores relacionados con infraestructuras y manejo para el control de enfermedades transmisibles; ii) estatus productivo y sanitario, que abarcaba siete factores relacionados con la PTB; y iii) manejo durante la recría, el

periparto y la reposición, que englobaba 14 factores directamente relacionados con la transmisión de la enfermedad. Tras la oportuna validación, este cuestionario permitió clasificar a las ganaderías en tres niveles de riesgo de infección por MAP (bajo, moderado o elevado).

Se obtuvo una seroprevalencia del 20,1 % (intervalo de confianza del 95 %: 17,4-22,8 %) a nivel individual y una dispersión del 68,3 %. La clasificación general de las ganaderías, según el

cuestionario diseñado, reveló que el 51,2 % presentaban un riesgo bajo, el 26,8 % un riesgo moderado y el 22,0 % un riesgo elevado de infección por MAP. Se encontró una asociación significativa entre la clasificación general y la seropositividad del rebaño. Además, se identificó que el tamaño y la intensificación de las ganaderías podrían representar un obstáculo para la implementación efectiva de un programa de control. Entre los factores de riesgo más prevalentes se encontró el contacto con otras especies animales que transmiten la enfermedad, evidenciado en más del 60 % de las ganaderías estudiadas. Además, se destacaron deficiencias en el manejo de los purines y durante el periparto.

Aunque los ganaderos mostraron cierto grado de conocimiento sobre la enfermedad, se observó que desconocían aspectos cruciales de su transmisión. Por ejemplo, en el 80 % de las ganaderías, se encontró que, de forma frecuente, coincidían varios animales en el corral de partos, y en el 48 % de las ganaderías, se registró que los terneros mamaban frecuentemente

directamente de sus madres. Estos hallazgos subrayan la importancia de mejorar las prácticas de manejo y la conciencia sobre la transmisión de la PTB en las ganaderías de la comarca, como parte de un enfoque integral para

reducir la prevalencia de la enfermedad y mitigar sus impactos. En conclusión, el cuestionario diseñado se considera una herramienta útil y sencilla que permite caracterizar el riesgo de infección por MAP a nivel de rebaño y detectar posibles deficiencias en las prácticas de manejo. Asimismo, este estudio ha proporcionado información valiosa para la posible implantación de un programa de control de la PTB en la comarca.

Abstract ID: CO-135
Tipo: Oral Categoría:
Sanidad

BACTERIAS PROBIÓTICAS PUEDEN MODULAR LA RESPUESTA INMUNITARIA A LA VACUNACIÓN CONTRA LA PARATUBERCULOSIS

PROBIOTIC BACTERIA MODULATE IMMUNE RESPONSE TO PARATUBERCULOSIS VACCINATION

Maddi Oyanguren, Elena Molina, Maitane Múgica, Iraia Ladero-Auñón, Miguel Fuertes, Miguel Fernández, Julio Benavides, Natalia Elguezabal

Mycobacterium avium subsp. *paratuberculosis* (Map), es el agente etiológico causante de la paratuberculosis (PTB), una enfermedad inflamatoria intestinal de carácter crónico que provoca elevadas pérdidas económicas en ganado bovino. Debido a la ausencia de tratamientos preventivos o terapéuticos eficaces, es necesario el desarrollo de nuevas terapias alternativas. En este estudio se ha evaluado el efecto de un probiótico solo y en combinación con una vacuna comercial en el modelo de conejo. Los conejos fueron tratados previamente a la infección, ya fuese con solamente la vacuna, la vacuna en combinación con un probiótico y solamente con el probiótico. El efecto protector o preventivo de los distintos tratamientos se valoró en comparación con dos grupos control, uno no infectado y otro infectado con Map. Los resultados mostraron que la vacunación aumentó la respuesta humoral, aumentó la acción de los neutrófilos polimorfonucleares (PMN) frente a estímulos homólogos (Map) y heterólogos (otros patógenos de importancia en bovino lechero), estimuló la liberación de citoquinas proinflamatorias por parte los macrófagos y redujo la carga bacteriana de Map en tejidos.

Sin embargo, la administración del probiótico tras la vacunación no afectó a la actividad de los PMNs, aumentó la demanda metabólica y suprimió las citoquinas proinflamatorias, pero se mantuvo la respuesta humoral potenciada por la vacunación y la disminución de la carga bacteriana. La administración del probiótico por sí solo no aumentó la respuesta humoral, ni la actividad de los PMNs y presentó una carga bacteriana superior a la observada en el grupo control infectado. En conclusión, el probiótico moduló la respuesta inmunitaria de las células inmunitarias innatas tras la vacunación y cuando fue administrado en solitario moduló la respuesta inmunitaria dificultando la eliminación de la infección. Mediante este estudio se ha demostrado que un probiótico puede interferir en las vías de la respuesta inmunitaria desencadenadas por la vacunación y/o infección, lo que pone en manifiesto la importancia de verificar las combinaciones de tratamientos en el contexto de cada agente infeccioso concreto.

Abstract ID: CO-21 Tipo: Oral

Categoría: Gestión de Granjas e Instalaciones

LA CULPA NO ES DE LA ALIMENTACIÓN

IT'S NOT THE DIET'S FAULT

JOSE LUIS LOPEZ SALGUEIRO[1], JOSE MARIA VIANA FERREIRO[2]

Así las desviaciones que existan en los resultados no podrán ser atribuidas a la alimentación.La variación en los resultados se deberá a otros factores (diseño de establo, manejo individual del establo, cow confort, manejo de animales), ocupación etc.Planta de Mezclas HúmedasFuentes de Datos y FiabilidadRobot de Ordeño: Datos de entrada diariaAdministración Planta de MezclasMeteogalicia (T.H.I.). Estación meteorológica de Morelle.Ligal (calidades leche)Ganadero

LA CULPA NO ES DE LA ALIMENTACIÓN(it's not the diet's fault)

Autores:José Luis López Salgueiro. Veterinario. Técnico Equipo Alimentación Aira SCGJosé María Viana Ferreiro. Veterinario. Técnico Equipo Alimentación Aira SCG

INTRODUCCIÓN - Estudio comparativo productivo de 4 granjas de leche que comparten un escenario difícil de encontrar

- Misma alimentación: mezcla húmeda Unifeed + pienso robot (Airobot©) Mismo sistema de ordeño: robotizado (misma marca de robot)
- Misma zona geográfica. Misma climatología (humedad y temperatura) Mismo sistema de estabulación: Libre con cubículos y circulación libre. Mismo diseño de tablas de alimentación de robots de ordeño.
- Misma edad de los gerentes (gente joven) Mismo precio de la comida.

MATERIAL Y MÉTODOS

- Planta de mezclas húmedas
- 4 granjas con sistema ordeño robotizado (330 vacas) Protocolo para recogida de datos
- Duración de la prueba: 2 años
- Propiedad: Aira SCG Ubicación: Sarria (Lugo)
- Nº de vacas que alimenta diariamente: 2500 Forrajes disponibles:
- Ensilados de Hierba y Maíz Heno avena
- Paja picada de cebada
- Reparto diario sobre pesebre (Kg ofertados)
- Litros totales producidos Nº de vacas ordeñadas Nº de ordeños diarios
- D.E.L. rebaño
- Total kilos de pienso dispensado por el Robot
- Kg de Mezcla Húmeda servidos
- Materia seca mezcla húmeda (análisis semanal Ligal) Coste kg materia seca mezcla húmeda y pienso robot
- Humedad Relativa Temperatura
- Pluviometría
- Grasa Proteína Urea
- RCS
- Precio de la leche
- Nº Cornadizas y Cubículos disponibles (Ocupación) Nº Robots

CONCLUSIONES

Ocupación Cubículos y Cornadizas: Superar el 100% de ocupación en un sistema de ordeño robotizado no es un factor limitante para aumentar la media de producción ya que el ordeño es un proceso en continuo que genera que el resto de actividades estén diversificadas a lo largo del día

Mayor número de ordeños por vaca y día no garantiza mayor media de producción. Los ordeños hay que entenderlos como un coste dentro del proceso productivo, por lo tanto, es importante gestionarlos para maximizar el rendimiento del robot.
Maximizar la IMS garantiza mayor media de producción. La gestión de las adjudicaciones individuales de pienso en el robot son una herramienta fundamental para maximizar la IMS y minimizar el BEN.
T.H.I. elevado siempre penaliza la media de producción. Calidades Leche:

Grasa y Urea: sus curvas son a lo largo del año son paralelas (alimentación) pero sus desviaciones tienen carácter estacional (estrés térmico, fotoperiodo).

RCS: No depende de la alimentación (curvas aleatorias)
DEL altos bajan la media de producción. Fundamental una buena gestión reproductiva para mantener niveles productivos elevados.
IOFC y Margen Bruto. Son ratios de eficiencia económica que dependen del escenario (precio leche y coste alimentación). No son válidos para comparar resultados eficiencia productiva entre ganaderías, por la gran influencia de factores extrínsecos a la ganadería.
La asistencia voluntaria de las vacas al Robot de ordeño no solo depende de un diseño de pienso de robot altamente atractivo sino de otros múltiples factores donde las instalaciones y el manejo tienen un alto peso en el resultado.
Nº Ordeños/ Vaca no debe ser un parámetro de valoración de establos, es simplemente el resultado de una ecuación temporal cambiante influida por múltiples factores (velocidad de ordeño, % ocupación, DEL, diseño del establo, manejo, etc.)*

1-AIRA SCG 2-AIRA SCG

Abstract ID: CO-128 Tipo: Oral

Categoría: Sanidad

MICROBIOTA Y MAMITIS EN EL GANADO BOVINO LECHERO: RELACIÓN ENTRE LA COMUNIDAD BACTERIANA DE LA LECHE Y EL ESTADO SANITARIO DE LA UBRE

MICROBIOTA AND MASTITIS IN DAIRY CATTLE: RELATIONSHIP BETWEEN THE BACTERIAL COMMUNITY OF MILK AND THE HEALTH STATUS OF THE UDDER

Leire Urrutia-Angulo, Medelin Ocejo, Beatriz Oporto, José Luis Lavín, Gorka Aduriz, Ana Hurtado

La mamitis es una de las principales enfermedades que afectan al ganado bovino lechero. Pese a que puede estar producida por múltiples factores (físicos, químicos, biológicos), normalmente se debe a infecciones bacterianas de la glándula mamaria. Los métodos convencionales de cultivo microbiológico no siempre consiguen identificar al agente etiológico. El método cultivo-independiente de secuenciación masiva de fragmentos largos Oxford-Nanopore aplicado a la secuenciación completa

del gen 16S ARNr (ONT-16S *metabarcoding*) de todas las bacterias presentes en la muestra, permite la caracterización de la población microbiana (microbiota) de la leche de vaca. Las técnicas de secuenciación masiva, además, han revelado que la glándula mamaria no es estéril, como se venía creyendo, sino que alberga una microbiota compleja y aún no bien definida que contribuye a mantener la salud de la ubre. Por lo tanto, la mamitis estaría ligada a la alteración y pérdida del equilibrio (disbiosis) de esta microbiota endógena de la mama.

Con objeto de estudiar la relación entre la comunidad bacteriana de la leche y el estado sanitario de la ubre, se tomaron 281 muestras de leche en una granja de vacas de raza frisona cuyos animales fueron clasificados en 5 grupos según su historial de mamitis y número de partos: 62 vacas multíparas sin mamitis en la última lactación (G1), 63 recuperadas de un episodio previo de mamitis (G2), 38 con mamitis clínica (G3), 53 con mamitis subclínica (CMT positivo) (G4) y 65 novillas sanas (G5). De esta manera, 190 se consideraron animales sanos en el momento del muestreo (G1, G2, G5) y 91 enfermos (G3 y G4). Las muestras de leche se sometieron a un proceso de desnatado previo a la extracción del ADN (ZymoBIOMICS™ 96 MagBead DNA Kit, Zymo Research Corp.) para su análisis mediante

ONT-16S *metabarcoding*. La preparación de librerías y secuenciación se llevó a cabo conforme el protocolo 16S Barcoding (SQK-16S024) en el equipo MinION Mk1C (ONT). Se realizó un *basecalling* de alta precisión (HAC) con Guppy y los adaptadores ONT fueron retirados con Porechop. La calidad de las secuencias se evaluó con FastQC y la asignación taxonómica se hizo con Kraken2 usando la base de datos Refseq en la plataforma Galaxy (https://usegalaxy.eu/). Finalmente, la tabla de abundancias se analizó en R usando diferentes paquetes (phyloseq, vegan, microbiomeMaker, cluster y clusterSim, entre otros). La definición de enterotipos (*Enterotyping*) se hizo siguiendo el tutorial de EMBL-EBI (https://enterotype.embl.de/enterotypes.html). El análisis de abundancia diferencial se realizó con LEfSe (LDA-score >5,0; p_{adj}=<0,05) en la plataforma MicrobiomeAnalyst (https://www.microbiomeanalyst.ca/).

La asignación taxonómica de los 13 millones de lecturas (promedio 50.000 lecturas/muestra) permitió identificar 2.965 especies, correspondientes a 1.152 géneros. Se observó una menor riqueza y homogeneidad de la población microbiana (alfa diversidad) en las muestras de animales con mamitis clínica (G3). Respecto a la composición microbiana (beta diversidad), se observaron diferencias significativas entre los animales con mamitis clínica (G3) y cada uno de los otros grupos (PERMANOVA, F=8,18; p_{adj}=0,001).

El *Enterotyping* definió 6 grandes grupos (enterotipos 1-6) cuyos géneros marcadores en base al análisis de abundancia diferencial LEfSe fueron: (1) *Romboutsia, Clostridium, Clostridioides* y *Paeniclostridium* para el enterotipo 1 (n=103 animales; 76,7% de ellos sanos); (2) *Fastidiosipila, Acetivibrio, Mageeibacillus* y *Pseudomonas* en el enterotipo 2 (n=89; 68,5% animales sanos); (3) *Psychrobacter* y *Jeotgalicoccus* en el enterotipo 3 (n=64; 67,2% animales sanos); (4) *Escherichia, Klebsiella* y *Salmonella* en el enterotipo 4 (n=14; 92,9% animales con mamitis clínica);

(5) *Staphylococcus* en el enterotipo 5 (n=6; 100% animales sanos) y (6) *Streptococcus* en el enterotipo 6 (n=5; 100% animales con mamitis clínica). Entre las muestras de animales con mamitis clínica, se diferenciaron dos situaciones claras; (i) animales con una clara disbiosis, en los que predominaba un único género bacteriano (*Escherichia* – enterotipo 4,

Streptococcus – enterotipo 6);

(ii) animales con una microbiota más diversa, similar a lo observado en el resto de grupos pero sin ningún género predominante (enterotipos 2 y 3). Las mamitis subclínicas se asocian a los enterotipos 1, 2 y 3.

Los resultados muestran que la mamitis es un proceso dinámico en el que la microbiota de la ubre está en constante cambio, evidenciando la complejidad para definir un perfil de microbiota único asociado al desarrollo de mamitis. Hay situaciones en las que un microorganismo provoca una gran disbiosis desplazando a la población endógena de la ubre y dando lugar a una mamitis. Sin embargo, lo más común es una diversidad de estados intermedios, donde la microbiota de la ubre transita entre un estado de salud y enfermedad. En estos casos, la definición clínica empleada para determinar el estado sanitario de la ubre no siempre se corresponde con la realidad microbiana ya que, como hemos visto, no existe un único perfil microbiológico que sea indicativo de mamitis.

Financiación: Proyecto PID2019-106038RR-I00 (MCIN/AEI /10.13039/501100011033 y FEDER Una manera de hacer Europa); Ayuda predoctoral a L.U.-A. PRE2020-096275 (MCIN/AEI

/10.13039/501100011033 y FSE invierte en tu futuro).

Abstract ID: CO-130
Tipo: Oral Categoría:
Sanidad

APLICACIÓN DE MARCADORES GENÉTICOS ASOCIADOS A LA SUSCEPTIBILIDAD, RESISTENCIA, Y TOLERANCIA A LA PARATUBERCULOSIS BOVINA EN SELECCIÓN GENÉTICA DE LA RAZA FRISONA

INCLUSION OF GENETIC MARKERS ASSOCIATED WITH SUSCEPTIBILITY, RESISTANCE, AND TOLERANCE TO BOVINE PARATUBERCULOSIS IN GENETIC SELECTION OF FRIESIAN CATTLE

Marta Alonso-Hearn, Gerard Badia-Bringué, María Canive, Patricia Vázquez, Joseba Garrido, Almudena Fernández, Ramón A. Juste, José Antonio Jiménez, Oscar González-Recio

Introducción:

La genética específica de cada animal es uno de los factores más importantes implicados en la infección por *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (MAP), por lo que una de las estrategias de control es la que se basa en la selección de animales que por su genética son menos susceptibles, o más resistentes y/o tolerantes a la enfermedad. Estudios recientes de asociación genética

a genoma completo nos permitieron identificar variantes genéticas significativamente asociadas a la susceptibilidad a la infección por MAP (a animales positivos a ELISA, PCR y cultivo bacteriológico de MAP y con lesiones difusas asociadas a la paratuberculosis). También se identificaron variantes asociadas a animales tolerantes que aunque positivos a ELISA y PCR para la detección de MAP no desarrollan lesiones de paratuberculosis (PTB) en tejidos intestinales. Por último, identificamos variantes asociadas a la resistencia a la infección definida como la capacidad de los macrófagos del animal para reducir la carga bacteriana de MAP cuando son infectados en condiciones *ex vivo* o de producir niveles más altos de interferón gamma (IFNγ) en respuesta a la tuberculina aviar en ensayos de liberación de IFNγ *in vitro*. El objetivo del presente estudio es el de desarrollar una herramienta informática predictiva e integrada que permita estimar valores de selección (genomic Estimated Breeding Values, gEBVs) para catalogar y ordenar a vacas y toros de la raza frisona pertenecientes a cualquier población y genotipados con el chip Euro MD de CONAFE de acuerdo a los caracteres de susceptibilidad, resistencia a la infección por MAP, y tolerancia a la PTB.

Materiales y métodos

A partir de los genotipos obtenidos para el chip Euro MD de distintas poblaciones de ganado frisón caracterizadas para los fenotipos de susceptibilidad, resistencia a la infección por MAP, y tolerancia a la PTB se han testado varios modelos predictivos de tipo lineal (Genomic Best Linear Unbiased Prediction, GBLUP), bayesiano (Bayessian Lasso, BL), y basados en machine learning (Random

Forest, RF) y determinado el área bajo la curva (AUC) o el coeficiente de correlacion de Pearson (R) para cada fenotipo cualitativo o cuantitativo, respectivamente. Además, a partir de una población de ganado frisón (N= 3.568) genotipada con el chip Euro MD se calcularon los gEBVs individuales para cada fenotipo empleando los modelos GBLUP y RF y se analizaron sus correlaciones mediante el test de correlación de Spearman (ρ).

Resultados

Los resultados obtenidos indicaron que el modelo RF es capaz de discriminar a los animales susceptibles y tolerantes con mayor precisión que el resto de los modelos estudiados mientras que para los fenotipos cuantitativos asociados a la resistencia el mejor modelo predictivo fue el GBLUP.

Por otro lado, se encontraron correlaciones positivas entre los gEBVs de los animales en función de su resultado positivo a ELISA/PCR y cultivo y la presencia de lesiones histopatológicas de tipo difuso (ρ

= 0,83). Esto sugiere que ambos fenotipos de susceptibilidad podrían combinarse. Por otro lado, se observaron correlaciones negativas entre los gEBVs determinados para la tolerancia a la PTB y el resto de los fenotipos estudiados, salvo con el índice de supervivencia de MAP en macrófagos (ρ

= 0,08), lo que confirma que los animales tolerantes, aunque infectados tendrían menor probabilidad de desarrollar lesiones

asociadas a la PTB. Por último, se encontraron correlaciones negativas entre la capacidad de producir altos niveles de IFNγ y el índice de supervivencia de MAP en macrófagos (ρ

= -0,06).

Conclusiones

Tras testar los distintos modelos predictivos, se ha desarrollado una herramienta bioinformática predictiva e integrada que permite estimar gEBVs para catalogar, ordenar y seleccionar a vacas

y toros de la raza frisona pertenecientes a cualquier población y genotipados con el chip EuroG MD de acuerdo a los caracteres de susceptibilidad, resistencia a la infección por MAP, y tolerancia a la PTB. Esta información podría ser de gran utilidad para los ganaderos y centros de inseminación a la hora de seleccionar sus animales en función a la capacidad de estos para transmitir a su descendencia la mejor combinación de estos caracteres y para la toma de decisiones relacionadas con la venta y desvieje de animales. Los mecanismos asociados con la resistencia a la infección por MAP y tolerancia a la PTB, parecen ser inespecíficos por lo que la selección genética de animales más resistentes y tolerantes a la PTB podría conducir a mejoras simultaneas en otras enfermedades, reducción del uso de antibióticos, y en una mejora en la longevidad de los animales, lo que repercutiría en una mayor productividad al ser capaces de aumentar el número de lactaciones por animal y reducir el remplazo.

Abstract ID: CO-129
Tipo: Oral Categoría:
Sanidad

IDENTIFICACIÓN DE VARIANTES GENÉTICAS ASOCIADAS CON PRODUCCIÓN DE ALTOS NIVELES DE INTERFERÓN-GAMMA EN VACAS DE LA RAZA FRISONA INFECTADAS CON MYCOBACTERIUM BOVIS EN CONDICIONES NATURALES

IDENTIFICATION OF GENETIC VARIANTS ASSOCIATED WITH HIGH INTERFERON-GAMMA PRODUCTION IN HOLSTEIN CATTLE NATURALLY INFECTED WITH MYCOBACTERIUM BOVIS

Marta Alonso-Hearn 1, Gerard Badia-Bringué 1 , María Canive 1 , Patricia Vázquez 1 , Joseba M. Garrido 1 , Almudena Fernández 2 , Ramón A. Juste 1 , José Antonio Jiménez 3 , Oscar González-Recio 2

1 Department of Animal Health, NEIKER-Basque Institute for Agricultural Research and Development, Basque Research and Technology Alliance (BRTA), Derio, Bizkaia, Spain

2 Departamento de Mejora Genética Animal, Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA-CSIC), Madrid, Spain

*3 CONAFE-Confederación Nacional de Frisonas Españolas*Introducción

La respuesta inmune de tipo celular es clave en el control de las infecciones intracelulares como la causada por Mb. Sin embargo, Mb ha desarrollado varias estrategias que le permiten sobrevivir en el interior del macrófago infectado como la inhibición de la fusión del fagosoma que contiene a la

bacteria internalizada con el lisosoma. En este trabajo se analiza la posibilidad de que existan animals capaces de producir niveles más altos de IFNɣ y si una parte importante de esta variabilidad inter- individual podría ser debida a la genética.

Materiales y métodos

La producción de IFNɣ en respuesta al derivado proteico purificado aviar (PPDAV), bovino (PPDBOV) y buffer salino PBS se midieron en sangre de 343 vacas de la raza frisona en el momento de su desvieje. De cada animal, alícuotas de 1,4 ml de sangre se estimularon con 100 µl de PBS, 100 µl de PPDAV (0.3 µg/µL) y 100 µl de PPDBOV (CZ Veterinaria® SA, Porriño, Spain) durante toda la noche

a 37 ºC en un incubador con 5% CO_2. Al día siguiente, las muestras estimuladas se centrifugaron, se recogieron los plasmas, y se midió el IFNɣ producido empleando un ELISA comercial (Bovigam TB® ELISA kit, Prionics, Schlieren, Switzerland). Las placas de ELISA se midieron en un lector de ELISA

a 450 nm. Para el estudio se seleccionaron 117 animales que presentaban valores de densidad óptica (DO) en respuesta a la PPDBOV mayores que los obtenidos en las muestras estimuladas con PPDAV y con OD PPDBOV mayor que la OD de la muestra estimulada con PBS. Por otro lado, el DNA extraído de muestras de sangre periférica de estos animales se genotipó con el chip EuroG MD

a través de la Confederación Nacional de Frisonas Españolas (CONAFE). Estos genotipos se imputaron posteriormente a secuencia completa obteniéndose 13.881.067 SNPs. Con los datos de OD en respuesta a la PPDBOV y los genotipos se realizó un estudio de asociación genética empleando el software GCTA v1.93.2. A partir de las variantes genéticas identificadas y sus efectos se generó un modelo genético predictivo (genomic Best Linear Unbiased Prediction, gBLUP) que permitió estimar valores genómicos de cría (genomic Estimated Breeding Values, gEBVs) para la

producción de IFNɣ de cada animal en la población de referencia así como en una población diferente compuesta por 1.739 vacas de raza frisona. Finalmente, se analizaron las posibles correlaciones entre los caracteres incluidos en el índice de selección genética de CONAFE y los gEBVs estimados para

la producción de IFNɣ en la población de 1.739 animales.

Resultados

El análisis de componentes de varianza permitió determinar que la producción de IFNɣ en respuesta a la PPDBOV está asociada con la genética del animal (heredabilidad= 0,32), mientras que el análisis de asociación con genoma completo

identificó un total de 172 polimorfismos con significación estadística (FDR≤0,05, p<5× 107), situados en 128 loci que contienen 160 genes candidatos y 16 microRNAs (miRNAs) asociados con altos niveles de IFNɣ. Algunos de los loci identificados se solapaban con regiones asociadas previamente con la susceptibilidad a la tuberculosis bovina, índice de células somáticas y niveles de IgG. El análisis de enriquecimiento funcional realizado con los genes candidatos y miRNAs reveló un enriquecimiento significativo de la ATPasa de tipo

V (ATP6V0D2/ATP6V0A2/ATP6V1G1) implicada en la fusión autofagosoma-lisosoma (autofagia), eliminación de la bacteria ingerida y control de la inflamación. Así mismo, se detectó un enriquecimiento de miRNAs (MIR29B-2/MIR29C/MIR181B-1/MIR181A-1) y genes candidatos (BCL2L11/MMP16/PDCD4/TNC) implicados en control de inflamación y remodelación de la matriz extracelular. Solo se obtuvieron correlaciones significativas entre la producción de IFNɣ y el índice de salud podal (ρ = 0,09) y la profundidad de la ubre (ρ = 0,10) pero de poca magnitud.

Conclusiones

Los resultados obtenidos permiten definir un perfil inmunogenético específico asociado a los animales capaces de producir altos niveles de IFNɣ. Así mismo, el estudio confirma que la capacidad de producir mayores niveles de IFNɣ no se correlaciona negativamente con otros caracteres por lo que este indicador de immunocompetencia podría ser incluido en el programa de selección genética de la raza frisona española sin comprometer a otros caracteres.

Abstract ID: CO-149
Tipo: Oral Categoría:
Cebo

REVISIÓN SISTEMÁTICA DE TECNOLOGÍAS VALIDADAS EN SISTEMAS INTENSIVOS DE PRODUCCIÓN DE VACUNO DE CARNE.

A SYSTEMATIC REVIEW OF VALIDATED TECHNOLOGIES IN INTENSIVE BEEF CATTLE PRODUCTION SYSTEMS.

Maria Roda Tena[1], Lorena Castillejos[2]

1-SNiBA, Departament de Ciència Animal i dels Aliments, UAB

2-SNiBA, Departament de Ciència Animal i dels Aliments, UAB

El uso de las tecnologías de ganadería de precisión puede ser una herramienta muy útil en el manejo y el seguimiento del ganado, ya que permite la supervisión diaria del crecimiento y comportamiento de los animales. Estas tecnologías tienen como objetivo mejorar la productividad, la eficiencia, el

bienestar y el impacto medioambiental del ganado mediante sistemas automáticos que ofrecen seguimiento continuo en tiempo real (Berckmans 2017), creando así una ganadería más sostenible económica, social y ambientalmente (Tullo et al., 2019). Se ha llevado a cabo una revisión sistemática de la tecnología actualmente disponible para monitorizar el comportamiento del ganado vacuno de engorde en intensivo, con el objetivo de analizar sus posibles beneficios.

La capacidad para identificar individualmente a los animales ha generado gran interés en los cebaderos, ya que permite el seguimiento preciso de cada animal. Por esta razón, la identificación electrónica del ganado será obligatoria según el Real Decreto 787/2023 para todos los bovinos nacidos a partir del 30 de junio de 2024. Todos ellos deberán llevar un crotal electrónico en la oreja izquierda con un transpondedor electrónico RFID. Este sistema dará soporte a la trazabilidad durante toda la cadena de suministro (Barge et al., 2013), fundamental para garantizar la seguridad alimentaria (Berckmans 2014).

La obligación de identificar electrónicamente mediante transpondedores RFID a los animales ha impulsado el desarrollo de tecnologías que integren su uso. Como por ejemplo los acelerómetros, dispositivos que pueden estar sujetos a una correa fijada a la pierna, en el cuello del animal o introducidos en un crotal. Estos permiten clasificar diferentes comportamientos, como la rumia, la alimentación y la actividad, que están estrechamente relacionados con la salud y la productividad (Bikker et al., 2014). Por consiguiente, podrían permitir detectar de manera anticipada anomalías en el comportamiento de los animales. Encontramos varios autores que han estudiado la detección precoz de patologías mediante el uso de acelerómetros con el objetivo de aplicar terapias tempranas y específicas. Marchesini et al. (2018) demostraron utilizando collares acelerómetros que una disminución del 9% de la rumia permitía detectar cojera (sensibilidad= 1,00 y especificidad= 0,96) y BRD (sensibilidad= 0,81 y especificidad= 0,95) 3-6 días antes de la aparición de signos clínicos en terneros Charoleses de entre 346-453 kg. Sin embargo, no todos los resultados son tan prometedores, Belaid et al. (2019) llevaron a cabo la monitorización del comportamiento de terneros de 127±53días de edad equipados con podómetros acelerómetros, y observaron cambios en el comportamiento 10 días previos al diagnóstico visual, con una alta tasa de falsos positivos (50%).

Cabe mencionar que son muy pocos los estudios que se centran en la validación de estos dispositivos. En un estudio realizado por Wolfger et al. (2015) en terneros equipados con crotales acelerómetros obtuvieron correlaciones de 0,79 para la conducta de alimentación y de 0,44 para la de la rumia. No obstante, en otros estudios se han observado correlaciones muy bajas para la actividad de rumia (0,07; Goldhawk et al., 2013), particularmente cuando se utilizan sensores acústicos incorporados al collar.

Estas bajas correlaciones se explican en gran medida por el hecho de que la mayoría de los modelos que se utilizan son adaptaciones de tecnologías desarrolladas para el vacuno lechero.

La monitorización individualizada del comportamiento alimentario también es posible utilizando comederos electrónicos. Mendes et al. (2011) y Oliveira et al. (2017) obtuvieron correlaciones elevadas en la validación de estos dispositivos. Esta tecnología, actualmente en fase de desarrollo, podría tener un elevado potencial tanto en el control del gasto alimenticio, permitiendo aumentar la eficiencia en la gestión de recursos y de residuos, como en el seguimiento individual del bienestar y de la salud de los animales. Wolfger et al. (2015) llegaron a la conclusión de que el análisis del comportamiento alimentario podía servir como un indicador para predecir BRD hasta 7 días antes de su detección visual. Del mismo modo, mediante el uso de caudalímetros e identificación electrónica, sería posible detectar variaciones en el patrón individualizado del consumo de agua ante situaciones anómalas.

Por otra parte, el registro continuo e individualizado del peso vivo de los animales es posible mediante el uso de básculas de pesaje automático, ya validadas en vacuno de leche (Cantor et al., 2020) y en vacuno en pastoreo extensivo (Segerkvist et al., 2020) pero no en intensivo. Estos dispositivos tienen la capacidad de desarrollar sistemas de alarma al identificar desviaciones en la curva estándar de crecimiento, realizar un seguimiento del índice de conversión, en combinación con comederos o silos, o determinar el momento óptimo para el sacrificio.

Estas tecnologías en ningún momento pretenden reemplazar al ganadero, sino más bien facilitarán la detección temprana de comportamientos anómalos que agilizarán la toma de decisiones. No obstante, es necesario validarlas y desarrollar dispositivos específicos para el vacuno de carne, incorporando nuevos algoritmos que permitan aumentar la sensibilidad y la especificidad de los resultados.

Abstract ID: CO-153
Tipo: Oral Categoría:
Cebo

EL GRADO DE CONFORMACIÓN DE LOS TERNEROS NO PREDICE EL DESEMPEÑO EN EL MATADERO TERNEROS DE CRUCE INDUSTRIAL

CALF QUALITY GRADE IS NOT PREDICTIVE OF SLAUGHTER PERFORMANCE IN A POPULATION OF BEEF-ON-DAIRY CATTLE

Juan Cainzos Cagiao[1], Alex Brown[2], Irene Breider [3], Aitor Rey[4]

1-ABS España

2-Genus ABS

3-Genus ABS

4-ABS España

Introduction

The implementation of sexed and beef breeding strategies in the dairy industry has significantly increased the number and proportion of beef-on-dairy animals in the beef supply-chain. In the UK for example, around 45% of beef originates from the dairy herd.

These animals aren't generally bred for a specific market. The beef industry acquires these animals at a young age, either at public livestock auctions (McHugh et al., 2010; Dunne et al., 2021) or through local "calf dealers" that split the animals between different feedlots. The price of these calves is determined by many factors including the purchasers (Berry et al., 2021), seasonal effects, or visual assessment (Marquou et al., 2019; Wilson et al., 2020).

This study calculates preliminary correlations between one beef-on-dairy calf payment grading scheme and a range of terminal traits, as well as estimated birth weight.

Materials and methods

The data consisted of 2,782 British Blue X dairy animals owned by a UK livestock trading company. Calves aged between 9 and 75 days were weighed and graded based on health and conformation by trained staff at purchase. The company's categorical grading scale was transformed into a numerical scale for analysis. Numeric grade descriptions are as follows;

4: Well defined confirmation from shoulder through to a full hindquarter, strong fleshing across the loin and back. Must be above average weight for age

3: A well-conditioned calf, with good loin development and rump confirmation. Calves look full, alert and coat shines. Weight for age parameters are met

2.5: Intermediate category between grades 3 and 2 (calf graders have recorded both grades to the animal on entry to the facility)

2: Healthy calf in good condition, with fat coverage over the ribs and back but without the fullness of grade 3. Shape over the hindquarter is displayed but requires development through time, feeding and rear

1: Condition is below average. The loin and belly may look concave with a plainer hindquarter, particularly down the leg. Overall skeletal structure may be smaller, with less fleshing throughout – ribs and spine may be visible, with a dull coat. Requires intensive attention to detail in rear to ensure growth and health throughout life

0: Out of specification calf which may appear dull and empty due to lack of fat and flesh.

Topside and rump appear concave, and the calf may not be fully alert.

Also awarded for calves with eye infections, ruptures, ringworm, diphtheria, high temperature or signs of other pathogens/parasites.

All animals were reared in the same facilities, under the same diet and conditions. After slaughter, terminal records (carcass weight, EUROP grade, slaughter age) were collected for each animal, along with data on carcass value and overall profit.

Birth weight was estimated as current weight – (age in days*0.7), assuming calves grow 0.7 kg/day in the first month, which

is consistent with previous internal analysis (M Smith, personal communication).

Phenotypic correlations were calculated between numerical calf grade and; estimated birth weight, carcass weight, conformation, fat, carcass value and profit, using R Statistical Software (v4.2.0; R Core Team 2022). Records were not available for all animals for every trait of interest.

Results

Table 1: Phenotypic correlations between numerical calf grade and 6 terminal traits, as well as estimated birth weight.

Trait	Correlation	No. records
Estimated birth weight	0.39	2730
Carcass weight	0.09	1641
EUROP Conformation score	0.00	1639
EUROP Fat score	0.14	1626
Slaughter age	-0.01	1641
Carcass value	0.10	1619
Profit	0.06	1474

Calf grade is moderately correlated with estimated birth weight (0.39), and weakly correlated with carcass traits (0.00 to 0.14) and profit (0.06).

Discussion

There is a strong industry belief that visual calf quality assessment is predictive of an animal's performance at slaughter. Dairy farmers are keen to produce high quality calves, as they tend to fetch higher prices at auction. However, these subjective assessments vary significantly depending on the person carrying out the assessment, and even experienced calf graders can struggle to commit to a specific grade (see grade 2.5).

Results from this preliminary analysis demonstrate little relationship between calf quality in early life, and performance at slaughter. This is a preliminary study on one UK-specific dataset; however, terminal traits are complex in nature, with both genetic and non-genetic effects influencing the phenotype. (Pritchard et al. 2021, Berry et al. 2022), and so these results are not surprising.

Rather than relying on visual assessment, the authors recommend assessment of an animal's genetic potential for growth via individual breeding values or a terminal genetic index.

Conclusions

Low correlations between calf grade and terminal traits suggest this specific calf grading scheme cannot accurately predict terminal performance in this population. Further analyses should be conducted with wider datasets to validate these findings.

Abstract ID: CO-155
Tipo: Oral Categoría:
Varios

EFECTO DE LAS PATOLOGÍAS EN LA EMISIÓN DE METANO ESTIMADO A PARTIR DE PARÁMETROS DE LA LECHE.

PATHOLOGY EFFECTS ON THE METHANE EMISSIONS ESTIMATED BY MILK PARAMETERS.

Jacobo Álvarez Torres | LA Quintela | JJ Becerra | J Cainzos | PG Herradón | R Fouz | U Yáñez | AI Peña

1-Reproduction and Obstetrics, Department of Animal Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain

2-Reproduction and Obstetrics, Department of Animal Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain

3-Reproduction and Obstetrics, Department of Animal Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain

4-ABS Progenex. Getafe, Madrid, Spain

5-Reproduction and Obstetrics, Department of Animal Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain

6-Department of Anatomy, Animal Production and Veterinary Clinic Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Campus Terra, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain

7-Reproduction and Obstetrics, Department of Animal Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain 8-Reproduction and Obstetrics, Department of Animal Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain

El cambio climático es una modificación de algunas variables climáticas, en la cual se incluye la temperatura media global de la Tierra, que se estima que se incrementará a final del siglo XXI entre 1,7 y 5ºC. El sector ganadero, en particular el ganado bovino, emite a la atmósfera un 6% del total de las emisiones antropogénicas. El gas principal emitido por estos sistemas es el metano (CH_4), aunque también se emiten dióxido de carbono (CO_2) y óxido nitroso en menor proporción. El CH_4 tiene un potencial de calentamiento global 28 veces mayor que el CO_2 y debido a su corta vida media, es considerado como un potenciador del clima a corto plazo. A su vez, el CH_4 representa una pérdida evitable de energía de la ración de hasta un 14,9%. Por todo esto, es el gas producido por los bovinos más estudiado en la actualidad. Mantener la salud en las vacas es fundamental para evitar cambios metabólicos; comportamentales, como una reducción en la ingesta y digestibilidad de la materia seca y reducir la necesidad de reposición, aumentando productividad por vaca y reduciendo las emisiones de CH_4 por litro de leche producido (Zehetmeier et al., 2012).

Teniendo esto en cuenta, el objetivo principal de este estudio es comprobar la influencia de las principales patologías postparto en vacuno lechero, cetosis, mamitis clínica y subclínica, retención placentaria, desplazamiento de abomaso y metritis, sobre la emisión de metano estimada en gramos diarios por kilogramo de leche (EME) mediante ecuaciones matemáticas a partir de datos obtenidos en los controles lecheros (CL).

Las cuatro ecuaciones utilizadas fueron obtenidas de la bibliografía disponible en el buscador de internet Pubmed. Para ser utilizadas en este estudio se pusieron los requisitos de tener más de dos variables que pudiesen ser obtenidas de forma rutinaria en el control lechero y un coeficiente de correlación >0.75. Para el estudio se recogieron datos (Porcentaje de grasa y proteína, ácidos grasos, kg de leche) obtenidos a partir de muestras de leche recogidos y analizados por el CL, procedentes del primer (5-81 días en leche) y segundo (31-116 días en leche) CL de 917 vacas de 50 granjas aleatorias (5-57 vacas muestreadas por granja). Las muestras de leche fueron recogidas y conservadas en bronopol para el análisis rutinario de materia grasa, materia proteica y ácidos grasos en el Laboratorio Interprofesional Galego de Análise do Leite mediante espectroscopia infrarroja. Además, se recogieron datos del historial de cada vaca para así determinar cómo afecta el padecimiento de patologías postparto (Metabólicas: cetosis y desplazamiento de abomaso; Reproductivas: retención de placenta y metritis y Otras: mamitis clínica y subclínica) a la EME. Para el análisis estadístico se utilizó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney con el programa SPSS versión 28.0 para Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, EEUU), considerando diferencias significativas p?0.05.

Los resultados obtenidos mostraron que las vacas enfermas reducen significativamente ($p<0,001$) su producción de leche (35,94±11,33kg de leche) con respecto las vacas sanas (38,83±10,42kg de leche). En cuanto a la emisión total de CH_4, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre vacas enfermas y sanas con ninguna de las cuatro ecuaciones (Ec1, Ec2, Ec3 y Ec4). Por otro lado, la EME (g de CH_4 diario/litro) en el primer CL era mayor ($p<0,001$) en las vacas que presentaban patologías postparto (Ec1=11,76±3,94; Ec2=14,29±2,27; Ec3=11,13±2,79; Ec4=12,47±4,33) que las vacas sanas (Ec1=10,69±2,58; Ec2=13,56±1,88; Ec3=10,54±2,07;

Ec4=11,23±2,65), debido a que, al igual que ha visto Robichaud et al. (2019), las vacas enfermas reducen significativamente la producción de leche aumentando la EME. En el segundo CL no encontramos diferencias significativas de EME entre las vacas enfermas y sanas, y esto puede ser debido a que los animales son más propensos a padecer patologías metabólicas, reproductivas y mamitis durante el periodo de transición (tres semanas antes y tres semanas después del parto) que en otros periodos de la lactación (Calderon-Amor et al., 2021). A lo que se suma el mayor nivel de producción de las vacas en segundo control (pico de lactación) que "diluye" la EME.

En conclusión, nuestros resultados sugieren que la emisión de metano diaria estimada con ecuaciones no se ve alterada en las vacas durante el primer y segundo control, independientemente de su estado de salud. Sin embargo, se observa en este estudio preliminar un incremento de la EME en las vacas con patología con respecto a las vacas sanas, pudiendo deberse esta diferencia a la caída estadísticamente significativa de la producción de leche en estos animales. La eficiencia productiva reduce, por lo tanto, las emisiones de metano por litro de leche.

Abstract ID: CO-176 Tipo: Oral
Categoría: Nutrición

EXPERIENCIA PRÁCTICA DE CEBO DE TERNEROS SIN PAJA

FEEDING CALVES WITHOUT STRAW

Mario Puente González

1-Grupo Omega de Nutrición Animal

1.OBJETIVOS

Valorar la rentabilidad de un programa de alimentación de cebo de terneros sin paja en función de los siguientes datos productivos, y sanitarios:

- Ganancia media diaria.
- Consumo medio diario.
- Índice de conversión.
- Estado sanitario de los animales

2.METODOLOGÍA

El estudio se realizó en una nave experimental en la provincia de Barcelona. Se parametrizaron los datos de 14 terneros machos, de raza holstein.

El corral donde se cebaron los animales contaba con una zona cubierta y otra abierta, con una superficie de unos 110 m2.

La alimentación se basó en el sistema pienso único sin paja. Tuvo la particularidad que el concentrado se administraba en una zona de comedero individual, que cuenta con una báscula de pesaje para los terneros y otra para el pienso. Esto permite obtener datos diarios del peso de los terneros, así como del consumo individualizado de pienso.

Como cama, para evitar que los animales consumieran ningún tipo de forraje, se utilizó serrín.

2.1 EL PIENSO

La alimentación de rumiantes sin forrajes plantea un desafío a nivel nutricional dado que cuando estos animales consumen dietas altas en almidón y bajas en fibra son propensos sufrir procesos asociados la acidosis ruminal.

Para solventar este problema se plantearon dos piensos con las siguiente composición y características nutricionales:

PIENSO 1

MATERIA PRIMA	**NIVEL**
MAÍZ	39
CEBADA	12
CRIBADO DE COPOS DE MAÍZ	5
DDGS MAÍZ	7,5
GLUTEN FEED	8
SOJA47	2
HARINA GIRASOL	3
MELAZA CAÑA	1
CASCARILLA SOJA	15
ACEITE PALMA	3
CARBONATO CÁLCICO	2

MAGENSIO MARINO	0,25
UREA	0,4
NOVATER NON PALEAS®	1

NUTRIENTE	**NIVEL**
UFC	1,038
PB	13,5
GB	7,01
FB	8,5
ALMIDÓN	34,61
Ca	1,08
P	0,38

PIENSO 2

MATERIA PRIMA	**NIVEL**
MAÍZ	39
CEBADA	11,5
CRIBADO DE COPOS DE MAÍZ	5

DDGS MAÍZ	4,5
GLUTEN FEED	8
SOJA47	2
HARINA GIRASOL	3
MELAZA CAÑA	1
CASCARILLA SOJA	18,9
ACEITE PALMA	2,7
CARBONATO CÁLCICO	2
MAGENSIO MARINO	0,25
UREA	0,4
NOVATER NON PALEAS	1

NUTRIENTE	**NIVEL**
UFC	1,02
PB	13,15
GB	6,5
FB	9,58
ALMIDÓN	34
Ca	1,09

P 0,37

Los aditivos fueron vehiculizados a través del núcleo vitamínico mineral Novater Non Paleas®. Este núcleo aporta:

- Vitaminas
- Minerales
- Alcalinizantes ruminales
- Aceites esenciales
- Probióticos

3. DESARROLLO DE LA PRUEBA

Los animales entraron al cebadero con un peso medio de 254 kg. Procedían de una mamonera del mismo integrador donde estaban consumiendo un pienso starter con paja. Al llegar al corral experimental comenzaron comiendo el pienso número 1 sin paja

Durante la prueba se evaluó su estado sanitario, destacándose los siguientes procesos:

- 1ª Semana: aparición de pérdida de consistencia de las heces (blandeos) en casi todos los animales.
- 2ª Semana: corrección del problema o 3ª y 4ª Semana: sin incidencias
- 5ª y 6ªSemana: aparición de blandeos y algún timpanismo leve

Visto que la funcionalidad digestiva estaba viéndose alterada y los síntomas no remitían, la semana 7 se decidió modificar la fórmula del pienso. Los animales comenzaron entonces a consumir el pienso 2.

Este pienso presentaba las siguientes diferencias nutricionales

NUTRIENTE

UFC	-0,018
PB	-0,35
GB	-0,51
FB	1,08
ALMIDÓN	-0,61
Ca	0,01
P	-0,01

Con el nuevo pienso se siguió evaluando el estado sanitario de los animales. Destacando que a partir del cambio en la formulación no volvió a producirse ninguna incidencia.

4. RESULTADOS PRODUCTIVOS

-

4.1Índices productivos pienso 1

PESO INICIAL	254
PESO FINAL	326
CONSUMO PIENSO	288

DÍAS CEBO	45
CMD	6,4
GMD	1,41
IC	4,5

4.2 Índices productivos pienso 2

PESO INICIAL	326
PESO FINAL	502

CONSUMO PIENSO	1007
DÍAS CEBO	136
CMD	7,4
GMD	1,29
IC	5,72

4.3 Índices productivos totales

PESO INICIAL	254
PESO FINAL	502
CONSUMO PIENSO	1295
DÍAS CEBO	181
CMD	7,16
GMD	1,37
IC	5,2

4.4 índices productivos con sistema pienso y p aja

PESO INICIAL	120
PESO FINAL	510
CONSUMO PIENSO	2129
DÍAS CEBO	267
CMD	

Abstract ID: CO-174
Tipo: Oral Categoría:
Sanidad

USO DE UN PROTOCOLO INTENSIVO DE REVISIÓN DE TERNERAS VERSUS UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE MONITORIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SOBRE EL RESULTADO DE LA RECRÍA.

COMPARATIVE USE OF AUTOMATED BEHAVIOR MONITORING SYSTEM (ABMS) VERSUS ON-FARM STANDARD OPERATION PROCEDURE (SOP) FOR YOUNGSTOCK HEALTH IN A COMMERCIAL DAIRY FARM.

Laura Elvira[1], Carolina Tejero[2], Eran Friedman [3], MªLuz Sales[4], André Preto[5], laura elvira[6]

1-MSD Animal Health

2-MSD Animal Health

3-MSD Animal Health, Netanya

4-Veterinaria Granja San José

5-MSD Animal Health, Netanya

6-MSD Animal Health

El control sanitario de la recría es uno de los mayores desafíos para las granjas lecheras. Las nuevas tecnologías de precisión se utilizan en granjas lecheras de todo el mundo, inicialmente para vacas, pero ahora hay opciones para las terneras. El estudio de Friedman et al. (2022), demostró una Se 63,6% y Sp 96,2% de SenseHub® Dairy Youngstock con el punto de corte 86 del índice de salud.

Objetivo

El objetivo de este ensayo fue comparar el uso de un sistema automatizado de monitorización del comportamiento versus un sistema intensivo de revisión de terneras por parte del veterinario, tanto a nivel práctico, como a nivel de los resultados de salud y crecimiento de la recría.

Material y Métodos

El estudio se realizó en una explotación lechera, con una media de 148 partos al mes, situada en Lleida (España). Un total de 805 terneras nacidas entre febrero y noviembre de 2022 fueron incluidas tras el nacimiento y seguidas hasta los siete meses de vida. Las terneras fueron asignadas de forma aleatoria estratificada a uno de los dos grupos de estudio: Grupo SHYS (n=397 terneras), donde las terneras se revisaron en base a las alertas de un sistema automatizado de monitorización de comportamiento, SenseHub® Dairy Youngstock de MSD Animal Health VS Grupo control (n= 408 terneras), en que todas las terneras fueron revisadas diariamente por un veterinario.

Las terneras fueron criadas en caseta individual y alimentadas dos veces al día, 6 litros/día, en biberones con tetina. Después del destete (65+3 días) se agruparon (6 a 12 terneras, hasta 98 días) y después (30 terneras, hasta 112 días y 60 novillas hasta el final del estudio).

Para el seguimiento de la salud de las terneras, en el grupo de control, todas las terneras fueron revisadas a diario, dos veces al día en el caso de las terneras lactantes. siguiendo el protocolo diagnóstico Calf Health Scorer, tratando con antibiótico para respiratorio las terneras con ?5 puntos y para diarrea ? 3 puntos, de acuerdo con el protocolo de elección de antibióticos de la granja. Después del destete, las terneras fueron revisadas a diario visualmente, complementando el diagnostico con la toma de temperatura rectal una vez por semana, todos los martes.

En el grupo SHYS, se colocó el crotal de monitorización el día del nacimiento. Transcurridas 27 horas, el sistema comienza a calcular el índice de salud individual (HI). El protocolo para este grupo fue imprimir dos veces al día (mañana y tarde) el reporte de terneras a revisar (HI < 86), limitándose la revisión a estas terneras, en las que se aplicó el mismo protocolo de diagnóstico y decisión de tratamiento que en el grupo control.

En ambos grupos, previo al destete se comprobó la salud pulmonar de todas las terneras mediante ecografía siguiendo el sistema de puntuación de Adams y Buczinski (2015), tratando con antibiótico a las terneras con una puntuación superior a 3.

Durante el estudio se registró la siguiente información: tratamientos individuales para las diferentes patologías, baja y su causa, revisión ecográfica al destete, peso individual al destete y a los 8 meses de vida (báscula Tru- Test) y tiempo de trabajo para revisar a las terneras.

Todos los análisis estadísticos se realizaron de forma ciega utilizando SAS V.9.1.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC, EE. UU.). El nivel de significación estadística se fijó en 0,05 Para el análisis estadístico se realizó un análisis de homogeneidad, análisis univariables, de supervivencia y multivariable.

Resultados

No se observaron diferencias significativas en el nº de tratamientos globales entre los dos grupos. Sin embargo, se observaron diferencias en el primer diagnóstico de neumonía, más temprano en las terneras lactantes del grupo SHYS. De hecho, el análisis de supervivencia identificó cómo en este grupo se detectaba significativamente antes la enfermedad respiratoria ($p<0,005$). Por otro lado, si bien el porcentaje de terneras tratadas predestete por neumonía fue ligeramente mayor en el grupo SHYS (20,6 vs 9,8%, respectivamente), la ecografía pulmonar al destete mostró una mayor salud en las terneras de este grupo, con un menor porcentaje de lesiones leves y graves (10,3 y 1,6 frente a 14,4 y 6,05 para SHYS y Control, respectivamente).

Por otro lado, el número de bajas durante el estudio fue doble en el grupo control (2,7%) vs grupo SHYS (1%). La causa principal de este incremento fue la eliminación de novillas por bajo crecimiento y enfermedad crónica (1,2 % a los 195 días de vida en promedio).

En el grupo de control se necesitó más tiempo para identificar a las terneras enfermas, revisión del 100% de terneras; mientras que SHYS redujo el tiempo de trabajo dedicado a revisar las terneras, ya que el trabajo se centró únicamente en las alertas de salud (8 terneras revisadas de media/día).

En conclusión, SHY permitió dedicar menor tiempo a la detección de terneras sospechosas de enfermedad, realizó un diagnóstico más temprano de la neumonía y redujo la prevalencia de lesiones pulmonares al destete, lo que impactó positivamente en la supervivencia en la granja.

Abstract ID: CO-168
Tipo: Oral Categoría:
Nutrición

MONITORIZACIÓN DEL BALANCE REDOX DURANTE EL ÚLTIMO TERCIO DE LA GESTACIÓN EN VACAS DE APTITUD CÁRNICA SUPLEMENTADAS CON HIDROXITIROSOL.

MONITORING OF REDOX BALANCE DURING THE LAST THIRD OF GESTATION IN BEEF COWS SUPPLEMENTED WITH HYDROXYTYROSOL.

Escalera-Moreno[a] N., Álvarez-Rodríguez[a] J., Villalba[a] D., Molina[a] E. Martín-Alonso[a] M.J., López de Armentia[b] L., Sanz[b] A., Serrano-Pérez[a] B.

[a]Dpto. de Ciencia Animal, Universidad de Lleida, 25198 Lleida, España;

[b]CITA de Aragón - IA2 (Universidad de Zaragoza), 50059 Zaragoza, España.

Comunicación oral presentada por Nieves Escalera Moreno

Se espera que las vacas de aptitud cárnica sean eficientes desde el punto de vista metabólico y reproductivo en condiciones ambientales adversas. Una mala adaptación fisiológica a los requisitos asociados al crecimiento fetal, parto y lactogénesis podría abocar a un estrés metabólico y oxidativo. La suplementación estratégica con polifenoles como el hidroxitirosol (HT) para mejorar el estado oxidativo durante periodos de estrés fisiológico podría incrementar la eficiencia productiva tanto de la vaca como del ternero. El objetivo de este trabajo fue monitorizar el balance redox durante el último tercio de la gestación en vacas de razas de aptitud cárnica suplementadas con hidroxitirosol. En el estudio se incluyeron 25 vacas gestantes multíparas (5-11 años) de las razas Parda de Montaña y Pirenaica. Al final de la estación de pastoreo en puertos de montaña, las vacas se estabularon y se distribuyeron aleatoriamente en 2 grupos según el aporte de HT (Control (n=14) vs. HT (n=11), correspondiente a 0 y 178 mg HT/kg unifeed, respectivamente) con una dieta completa unifeed seca desde la semana (s) 28 de gestación hasta el parto (s40). Se extrajeron muestras de sangre en tubos con heparina y en tubos Tempus Blood RNA (Applied Biosystems, Foster City, CA, EEUU) de la vena coccígea cada tres semanas desde la s28 al parto. La sangre en tubos con heparina se centrifugó (1500 g, 20 min) y a partir del plasma obtenido se determinaron los niveles de malondialdehido (MDA) total, indicador de peroxidación lipídica, y ABTS (2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfónico), indicador de la capacidad total antioxidante. A partir de las células sanguíneas estabilizadas en los tubos TEMPUS se extrajo el ARNm, se transcribió a ADNc y se caracterizó la expresión génica de las enzimas superóxido dismutasa (SOD) 1, SOD 2, catalasa (CAT) y glutatión peroxidasa (GPX) 1 mediante PCR cuantitativa. Los datos se analizaron con el programa JMP Pro16 (SAS Institute Inc. Cary, NC, EEUU), utilizando modelos mixtos con medidas repetidas que incluyeron como efectos fijos la semana (s28, s34, s37 y s40), la suplementación con HT, el grupo de edad (<8 años (n=12) vs. ≥8 años (n=13)) así como sus interacciones. La comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey. La concentración de MDA, marcador de actividad oxidativa, se vio afectada por la semana de gestación, ya que se observó un fuerte descenso entre las s28-34, y un posterior incremento entre las s37-40 ($p<0,001$). El ABTS, marcador de la capacidad antioxidante, se vio afectado por la interacción entre la semana de gestación y la edad. Las vacas de ≥8 años mostraron una mayor concentración de ABTS entre las s37-40 respecto a las vacas de <8 años ($p<0,001$). La expresión génica de SOD1, enzima que cataliza la dismutación de superóxido de oxígeno en peróxido en hidrógeno, se vio afectada por la semana, teniendo sus valores más altos en el momento de la estabulación (s28), siendo las vacas de <8 años las que mostraron mayor SOD1 en este momento. La SOD1 se redujo al mínimo en la s34 y sin diferencias entre edades. Se observó un posterior incremento entre las s34-40 en todas las vacas, probablemente asociado a un aumento de estado oxidativo por las demandas metabólicas del final de la gestación, aunque el nivel de expresión en la s40 fue muy inferior al observado la s28, cuando las vacas venían de un periodo de pastoreo en puertos de montaña. La SOD2, de manera similar al SOD1, mostró un fuerte descenso entre las s28-34, y un posterior ascenso las s34-37 ($p<0,005$). La expresión de CAT y GPX1, enzimas que reducen el peróxido de hidrógeno a agua y oxígeno, mostró un patrón similar y se vio afectada por la semana y la edad. En general, las vacas de ≥8 años mostraron mayor expresión de CAT y GPX1 que las de <8 años, y se observó un incremento y posterior descenso entre las s34-37 y s37-40 probablemente asociado a los cambios relacionados con la lactogénesis. La suplementación con HT no afectó a ninguna de las variables de estudio ($P>0,05$). Hay estudios que muestran como los cambios en el sistema redox son la principal adaptación de las vacas que viven en condiciones ambientales desafiantes. En consecuencia, las vacas de más edad mostraron menor expresión de SOD1 la s28, probablemente asociado a un menor estrés por la estabulación, y a una mayor capacidad antioxidante al final de la

gestación. Por otra parte, la GPX se ha asociado a marcadores de metabolismo lipídico, por lo que una mayor expresión de CAT y GPX1 en vacas de más edad estaría asociada a una mayor flexibilidad metabólica sobre todo al final de la gestación. Aunque no se observaron efectos del HT, se están analizando los posibles efectos positivos sobre la descendencia.

Agradecimientos: Proyecto financiado por MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033 (FETALNUT). Contrato predoctoral de N. Escalera-Moreno de la Universitat de Lleida.

Abstract ID: CO-184
Tipo: Oral Categoría:
Sanidad

¿QUÉ VISIÓN TIENEN LOS VETERINARIOS DEL IMPACTO DE LA DIARREA NEONATAL EN LAS GRANJAS DE NUESTRO PAÍS?

WHAT VISION DO VETERINARIANS HAVE ABOUT THE IMPACT OF NEONATAL CALF DIARRHEA ON SPANISH FARMS?

Laura Elvira[1], Giovani Montoya[2], Ana Belen Casado[3], Carlos Carbonell[4], laura elvira[5], Carolina Tejero[6]

1-MSD Animal Health

2-MSD Animal Health

3-MSD Animal Health

4-MSD Animal Health

5-MSD Animal Health

6-MSD Animal Health

La diarrea neonatal (DN) es un problema en la mayoría de las especies, siendo el motivo de más de la mitad de los tratamientos y la principal causa de muerte durante los primeros meses de vida, con la consecuente pérdida de valor genético (Abuelo y col,2021; Urie y col., 2018; ADAS, 2012). Pero no solo las bajas son el problema de esta enfermedad, sino que el mero hecho de enfermar tiene un gran impacto en la ternera, que a corto plazo tendrá un menor ritmo de crecimiento (34kg menos de peso a los 6 meses de vida en terneras de carne afectadas por criptosporidiosis según Shaw y col., 2020) y un mayor riesgo de padecer otras enfermedades, especialmente neumonía (con incrementos de hasta el 25% de tratamientos por neumonía según Schinwald y col., 2022). Además, la DN puede llegar a causar un impacto a largo plazo afectando negativamente el resultado final de la novilla tras el parto y la rentabilidad de la granja, con pérdidas de producción de hasta 325kg de leche en la primera lactación según Abuelo y col. (2021).

La DN supone por ello un coste económico importante para los ganaderos, al tiempo que impacta negativamente en el bienestar y en el uso de antibióticos en granja. Si bien contamos con numerosa bibliografía al respecto, no contamos con datos que nos indiquen el impacto de la DN en las granjas de nuestro país. Por ello, el objetivo del presente estudio fue recopilar información sobre distintos

aspectos de la enfermedad a fin de conocer su importancia, casuística, las principales medidas de control que se realizan y las barreras a las que nos enfrentamos en el control de la enfermedad. Material y métodos

En aras de evaluar el posible alcance de la enfermedad en las granjas de nuestro país, nos pareció de gran interés conocer la percepción que tienen los veterinarios en base a su trabajo diario en numerosas explotaciones con muy distintas idiosincrasias. Para ello realizamos un muestreo de conveniencia dirigido a todos los veterinarios de nuestra base de datos a los que enviamos una encuesta a través del correo electrónico y/o whatsup solicitándoles su participación completando un cuestionario utilizando la herramienta en línea "GetFeedback" (https://www.getfeedback.com/en/). El cuestionario incluyó diferentes preguntas sobre la diarrea neonatal desde cuantificar la importancia, el criterio diagnóstico, las principales medidas de control o las barreras a las que se enfrentan para el control de la enfermedad.

Resultados

En el estudio participaron 189 veterinarios, divididos al 50% según su foco principal en leche (95 vets) y carne (94 vets) y repartidos por todas las CCAA que respondieron a la encuesta en el último trimestre del 2023. La encuesta consistió en veinte preguntas, 17 con respuestas cerradas y 3 de tipo abierto; divididas en 3 bloques: (1) impacto, diagnóstico y medidas de control de la diarrea neonatal, (2) papel de la criptosporidiosis dentro de la DN (3) opinión sobre cuáles son los principales puntos clave de control y las barreras.

En el primer bloque, la DN fue considerada como la enfermedad neonatal con mayor incidencia, tanto por los veterinarios de vacuno lechero como de carne (73,9 y 85,1%, respectivamente); seguida por la neumonía (25 y 12,7%). A pesar de ello, y de que un 92% de los veterinarios de leche y 82% de los de carne recomiendan la vacunación como estrategia para la prevención de la DN, un 53% de los veterinarios de vacuno lechero estimaron que menos de un 50% de sus ganaderos vacunan frente a DN; y aún menos en carne, donde un 72% de los veterinarios estimaban que menos del 25% de sus

ganaderos vacunan.

En el segundo bloque, un 89% y 76% de los veterinarios de carne y leche, respectivamente, consideran importante o muy importante la criptosporidiosis dentro de la DN. Y mientras que en las granjas de leche apuntan a fallos de limpieza y desinfección (82%) como principal factor de riesgo; en las de carne apuntan principalmente a fallos en la higiene de la paridera (58%) y problemas de hacinamiento (48%).

Finalmente, en el último bloque, los veterinarios apuntan en ambos casos a la higiene, encalostrado y a la metafilaxia como principales estrategias que recomiendan para el control de la criptosporidiosis. Y a la dificultad de mejorar el manejo y del tratamiento como las principales barreras a las que se enfrentan. Indicando algunos de ellos la necesidad de disponer de una vacuna efectiva frente a la criptosporidiosis.

En conclusión, tanto en vacuno lechero como de carne, la DN fue considerada como la enfermedad neonatal de mayor incidencia. Los veterinarios apuntan al criptosporidio como un agente causal

de gran relevancia y difícil control, siendo además motivo de un mayor uso de antimicrobianos en granja, y por ello a la necesidad de una vacuna que ayude a su control.

Abstract ID: CO-188
Tipo: Oral Categoría:
Nutrición

EXTRACTOS DE MACROALGAS PARA CONTRARRESTAR EL ESTRÉS POR CALOR EN VACA LECHERA

MACROALGAL EXTRACTS TO COUNTERACT HEAT STRESS IN DAIRY

María García Suárez | Elise Nacer Khodja | María Rodríguez | J. Ignacio Arredondo

1-Olmix SA

2-Olmix SA

3-Olmix SA

4-Olmix SA

Las pérdidas globales anuales asociadas con el bajo rendimiento durante los períodos de estrés por calor en la industria ganadera son aproximadamente > $500 mil millones/año. Durante el estrés por calor, las vacas intentan disipar el calor a través de varios mecanismos de termorregulación, entre otros, mediante cambios de comportamiento como la reducción del consumo de alimento, que puede reducir la producción de leche hasta en un 50 %. Además, los mecanismos termorreguladores fisiológicos dan como resultado un menor aporte de oxígeno a los enterocitos (hipoxia), un aumento de la producción de especies reactivas al oxígeno (ROS) y daño a los complejos de las uniones estrechas en las vellosidades intestinales, que impactan negativamente en la absorción de nutrientes y agravan la baja productividad. Además, la pérdida de la función de barrera intestinal conduce a una mayor translocación de patógenos y una respuesta proinflamatoria que consumirá glucosa, lo que contribuirá a la reducción de la producción de leche, ya que la lactosa es el principal factor osmorregulador de la producción de leche (Baumgard y Rhoads, 2013).

La complejidad y la reactividad biológica de los polisacáridos parietales de algas marinas provienen de la naturaleza de las unidades de azúcar, que son diversas y a veces raras, como el ácido urónico, la xilosa y la ramnosa; la variedad de enlaces glucosídicos que conducen a su estructura ramificada y la presencia de grupos sulfato. Además, su estructura polianiónica y su solubilidad aumentan su reactividad y permiten su reconocimiento por parte de las células del huésped. La combinación de dos extractos de macroalgas bioactivos: MSP®BARRIER(algas rojas) que mejora la función de barrera intestinal; y MSP®IMMUNITY(algas verdes) que modula las respuestas inmunitarias innatas y adaptativas constituyen una interesante estrategia nutricional (Algimun®) que alivia el daño creado por el estrés por calor.

Los efectos de MSP®BARRIERsobre la función de barrera intestinal se demostraron en un estudio científico *in vivo*(INSERM, 2018). MSP® BARRIERredujo el paso paracelular del FITC-dextrano (biomarcador de permeabilidad intestinal) al torrente sanguíneo en un modelo animal conocido por desencadenar inflamación en la mucosa intestinal y, en consecuencia, una pérdida de su integridad. Otros estudios han demostrado, *in vitro*, que MSP®BARRIERaumenta la expresión de genes que codifican las proteínas necesarias para un funcionamiento óptimo de los complejos de unión estrecha; y la expresión de genes que codifican las principales proteínas de la mucina que impiden la adhesión de patógenos y la colonización del epitelio intestinal (IBD, 2017). Investigaciones posteriores han demostrado que MSP®IMMUNITYtiene la capacidad de modular la síntesis de mediadores inmunitarios implicados en los mecanismos de defensa como son el reclutamiento y activación de células presentadoras de antígenos, la diferenciación y proliferación de diferentes poblaciones de células inmunitarias (Berri *et al*., 2016 y 2017). MSP®IMMUNITYtambién aumenta la expresión de mediadores inmunitarios con actividades antiinflamatorias (Petit *et al.,* 2024).

Algimun® ha demostrado mejorar la salud y la productividad, así como reducir los retrasos en la reproducción asociados con el estrés por calor. El uso de Algimun® en granjas españolas que sufrían estrés por calor (media de 33º durante la prueba) durante el periodo seco (60 días antes del parto) resultó en una mejora significativa de los parámetros de salud y producción: reducción de los niveles de haptoglobina en el día 3 después del parto (lo que representa un estado inflamatorio más bajo) y reducción de los recuentos de células somáticas (Figura 2); aumento de producción de leche (+2%, 0,84 kg/vaca/día a los 90 días en leche, p<0,001) y reducción de días en leche en la primera inseminación artificial exitosa en comparación con el grupo control (-17d, p<0,001). El uso de Algimun® generó un ingreso adicional de 52 € por vaca. Las vacas recién paridas durante los períodos de estrés por calor pueden beneficiarse del uso de Algimun®, como se observó en una granja lechera comercial de 500 vacas en Wisconsin (EE.UU.) en la que las vacas recién paridas suplementadas mantuvieron su ingesta de alimento y el tiempo de rumia. También se ha observado una mejora en la calidad del calostro (valores brix >28 en el grupo Algimun® en

comparación con el grupo control que estaba en valores brix de 22), y una reducción de patologías en el período posparto (-19,4% de ocurrencia de retención de placenta y -47,2% % de aparición de mastitis <60 DEL frente al grupo de control) cuando se administró en el período seco en granjas italianas. Algimun®, una solución a base de macroalgas, se puede utilizar como una estrategia de alimentación alternativa natural para ayudar a los rebaños lecheros a hacer frente al estrés por calor al reforzar la función de barrera intestinal y modular la respuesta inmunitaria para mantener o mejorar la productividad.

Abstract ID: CO-175 Tipo:
Oral Categoría: Sanidad

SEGUIMIENTO MEDIANTE ECOGRAFÍA PULMONAR TRAS INCORPORAR AL PLAN DE ENTRADA DE UN CEBADERO DE MAMONES LA VACUNACIÓN INTRANASAL FRENTE A CORONAVIRUS RESPIRATORIO

MONITORING BY LUNG ULTRASOUND AFTER INCLUDING INTRANASAL VACCINATION AGAINST RESPIRATORY CORONAVIRUS INTO THE ENTRY PLAN OF A VEAL FEEDLOT

Laura Elvira[1], Daniel López[2], Javier Lillo[3], Rubén Valero[4], laura elvira[5], Ana Adell[6], Jaime Almajano[7]

1-MSD Animal Health 2-Veterinarios Portavet 3-MSD Animal Health 4-Veterinarios Portavet 5-MSD Animal Health 6-Veterinarios Portavet 7-Veterinarios Portavet

El Síndrome Respiratorio Bovino (SRB) tiene un gran impacto económico en los cebaderos a nivel mundial (Edwards, 2010 y Pardon, 2012). Se trata de una enfermedad multifactorial en la que intervienen múltiples patógenos (virus y bacterias), el sistema inmune del hospedador y el ambiente.

El coronavirus bovino es muy conocido debido a su implicación en la diarrea neonatal. Sin embargo, numerosos estudios recientes lo sitúan como uno de los virus más frecuentemente implicados en el SRB. Este virus puede actuar tanto como agente primario, como facilitando la posterior infección por otros patógenos *(* Decaro y col., 2008, Fulton y col., 2011 Rahe y col., 2022). De hecho, la presencia de coronavirus en terneros de cebo, dio lugar a 1,6 veces más probabilidad de ser tratado por SRB (Blakebrough-Hall, y col. (2021) y menor ganancia media diaria (Lathrop y col., 2000). A nivel de prevalencia, en un estudio realizado en 17 países europeos todas las granjas de leche eran seropositivas y el 73% contaba con virus circulante a nivel respiratorio (Geert y col., 2022). Aún mayores prevalencias se identificaron en muestreos posteriores en granjas de terneros mamones (Elvira y col., 2024).

Las vacunas intranasales ofrecen una rápida protección en la vía de entrada de los patógenos a través de la inmunidad de mucosas, por lo que se emplean muy frecuentemente en las terneras de las granjas de leche. A pesar de las ventajas, la mayoría de los cebaderos solo usan vacunas parenterales. Sin embargo, cada vez hay más cebaderos que comienzan a aplicarlas el día de entrada debido a que han demostrado un descenso en la morbilidad, mortalidad y una mejora en la ganancia media diaria (Stan Jourquin y col., 2023).

OBJETIVOS

Mediante este estudio de campo se pretende evaluar la practicidad y el resultado tras incluir la vacunación intranasal frente al coronavirus respiratorio en el plan vacunal de un cebadero de mamones.

MATERIAL & MÉTODOS

La prueba de campo se realizó en un cebadero de mamones de la provincia de Huesca de 1200 plazas de cebo de terneros de raza Montbeliarde con 80kgs de peso medio a la llegada. El protocolo vacunal de la granja de partida consistía en una vacunación parenteral a la entrada frente a VRS, PI-3 y *Mannheimia haemolytica*. Una vez destetados, los terneros se vacunan frente a IBR. Los índices de salud medios: morbilidad del 15%, subiendo al 30% en la fase de cebo, y mortalidad del 3%.

El estudio se realizó en un total de 130 terneros pertenecientes a tres entradas realizadas a finales de 2023. El lote 1, 40 terneros, siguieron el protocolo habitual de la granja (sin vacuna intranasal). Los lotes 2 y 3, de 40 y 50 terneros respectivamente, se vacunaron siguiendo el protocolo habitual al que se añadió la vacunación intranasal frente a coronavirus. Para el seguimiento respiratorio, se tomaron

muestras mediante hisopado nasofaríngeo a la entrada que se analizaron en pool de PCR de cada lote y se hicieron 3 ecografías (días 1, 14 y 30 tras la entrada), clasificándolos según la escala de Adams y Buczinski. En los lotes 1 y 3, los terneros que entraron ya con lesión ecográfica se trataron con 2 dosis de florfenicol y antiinflamatorio. En el lote 2, debido al elevado porcentaje de terneros con lesión el día de entrada, se decidió hacer una metafilaxia el cuarto día con florfenicol.

RESULTADOS

En el muestreo aleatorio realizado en mínimo cinco terneros por lote en la entrada, los 3 lotes fueron positivos a coronavirus respiratorio y *Pasteurella spp*. Además, en el lote 2 se detectó *M. haemolytica* y en el lote 3 *Mycoplasma bovis*. A nivel clínico, el porcentaje de tratamientos individuales por neumonía fue del 15% en el lote 1, frente a 2% y 7,5% en los lotes 2 y 3, respectivamente. Por lo tanto, en los lotes con vacunación intranasal frente a coronavirus respiratorio aparentemente se redujo el número de tratamientos individuales. Cabe destacar que no hubo ninguna baja en estos lotes y que en el postdestete los veterinarios nos indicaron que se redujo la morbilidad clínica en los lotes 2 y 3, respecto a lo habitual.

Por otro lado, el seguimiento ecográfico evidenció como a pesar de que en el lote 1 tuvimos un mayor porcentaje de terneros sanos a la entrada (75%); tras un mes solo quedaron un 28% de animales sanos. Sin embargo, en los lotes 2 y 3, con menor porcentaje de terneros sanos a la entrada (60% y 70%, respectivamente), mantuvieron mayor porcentaje de terneros sanos al mes (44 y 35%, respectivamente) y tuvieron mayor tasa de curación ecográfica (24% y 15% en los lotes 2 y 3; vs 7,5% en el lote 1).

En conclusión, incluir la vacunación intranasal frente a coronavirus respiratorio en los cebaderos de mamones podría ser una herramienta que nos ayude a mejorar los indicadores sanitarios y productivos, así como favorecer la reducción del uso de antibióticos.

Abstract ID: CO-178
Tipo: Oral Categoría:
Varios

¿ES EL SISTEMA PROCROSS UNA ALTERNATIVA RENTABLE PARA GANADERÍAS INTENSIVAS DE ALTA PRODUCCIÓN LECHERA?

IS THE PROCROSS SYSTEM A PROFITABLE ALTERNATIVE FOR INTENSIVE DAIRY FARMS WITH HIGH MILK PRODUCTION?

Rocío Manteiga Souto | Pedro José García Herradón | Uxía Yáñez Ramil | Ana Isabel Peña Martínez | Jacobo Alvárez Torres | Luis Ángel Quintela Arias | Juan José Becerra González

1-Universidade de Santiago de Compostela

2-Universidade de Santiago de Compostela

3-Universidade de Santiago de Compostela

4-Universidade de Santiago de Compostela

5-Universidade de Santiago de Compostela

6-Universidade de Santiago de Compostela

7-Universidade de Santiago de Compostela

La raza Holstein es la más utilizada para la producción de leche de ganado bovino puesto que décadas de rigurosa selección genética han permitido obtener animales altamente eficientes. Sin embargo, durante dicha selección se descuidaron otros caracteres funcionales y se alcanzó un preocupante grado de consanguinidad, provocando una depresión endogámica. Esto ha ocasionado que parte de sus beneficios productivos sean contrarrestados por el deterioro de su estado físico (Hazel et al.,2020).

Una de las estrategias seguidas para resolver estos problemas ha sido el cruzamiento con otras razas lecheras. El programa de cruce rotacional de tres razas, Holstein, Montbéliarde y Viking Red, comercializado a escala internacional con el nombre de ProCROSS, ha ganado interés para los productores de leche en climas templados. El sistema de apareamientos permite mantener una heterosis del 100% en las vacas de primera y segunda generación (F1, F2), mientras que al reintroducir toros de las mismas razas (F3) ésta disminuye hasta el 85,7% (Buckley et al., 2014).

El objetivo del trabajo fue comparar la eficiencia productiva y reproductiva de las vacas F1 (Holstein x Montbéliarde (HM) y Holstein x Viking Red (HV)) con hembras Holstein (HO) localizadas en las mismas ganaderías, para minimizar las variaciones ocasionadas por la alimentación y el manejo.

Los datos fueron recolectados entre 2015 y 2022 del control oficial de rendimiento lechero a partir de un total de 327 animales agrupados en dos rebaños controlados durante 3 lactaciones. La distribución por razas fue: 202 de raza HO, 80 del cruce HM y 45 del HV.

Los datos recogidos fueron: raza o cruce, fecha de nacimiento, fecha de baja, fecha de secado y de cada uno de los partos, fecha de la primera inseminación y número de inseminaciones en cada lactación; y se procedió a su análisis estadístico. Se utilizó el programa SPSS-27, aplicando un modelo lineal general univariante considerando como factores fijos la raza y la explotación y como variables dependientes cada uno de los datos analizados, considerando significativos los valores de $p \leq 0,05$.

Los resultados obtenidos para durante la primera lactación fueron de 11843,1±2014,8 kg, 11370,5±1614,0 kg y 10445,5±1542,8 kg para las vacas HO, HM y HV, respectivamente. En cuanto a la producción de sólidos, los resultados fueron de 486,2±91,6 kg de grasa y 393,4±66,5 kg de proteína para las HO, 471,9±69,3 kg de grasa y 386,1±49,1 kg de proteína para las HM y de 441,9±63,3 kg de grasa y 350,3±46,1 kg de proteína para las HV. Tanto para kg de leche como de sólidos, observamos diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) entre las HV y los otros dos grupos.

En la segunda lactación los kg de leche obtenidos fueron 13063,4±2157,2 para las vacas HO, 13821,3±1682,8 para las HM y 13026,4±1818,2 para las HV. En cuanto a la producción de sólidos, los resultados fueron de 553,9±104,1 kg de grasa y 431,6±64,8 kg de proteína para las HO, 588,0±88,6 kg de grasa y 464,5±54,0 kg de proteína para las HM y de 578,0±90,3 kg de grasa y 445,7±54,1 kg de proteína para las HV. Se aprecian diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) entre las HM y los restantes grupos para todos los parámetros.

Los resultados obtenidos para la tercera lactación fueron de 13751,1±2292,1 kg, 13804,5±2133,1 kg y 12928,3±1355,5 kg para las vacas HO, HM y HV, correspondientemente. En cuanto a la producción de sólidos, los resultados fueron de 595,8±112,8 kg de grasa y 459,7±67,7 kg de proteína para las HO, 586,9±87,9 kg de grasa y 450,1±67,4 kg de proteína para las HM y de 613,5±101,9 kg de grasa y 446,1±30,1 kg de proteína para las vacas HV, no existiendo diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$) entre los grupos para ninguno de los parámetros analizados.

Tampoco se observaron diferencias entre los grupos para las producciones medias vitalicias, incluyendo el Linear Score.

En cuanto a los datos reproductivos, las hembras de los grupos HM y HV necesitaron en todos los casos un menor número de inseminaciones para quedar gestantes que las HO, aunque únicamente se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p\leq0,05$)en la primera lactación. En esta, el número de inseminaciones fue de 3,3±2,4 en las HO, 2,6±1,8 en las HM y 2,9±2,1 en las HV.

Finalmente hemos analizado los datos de supervivencia de los tres grupos durante sus cuatro primeros años de vida, observando diferencias estadísticamente significativas ($p\leq0,05$) entre ellos. La tasa de supervivencia de las vacas HO durante los primeros 4 años de vida fue del 78,1±2,84 %, mientras que para las cruzadas fue del 92,75±3,54% para las HM y del 91,88±4,75% para las HV.

En conclusión, los resultados obtenidos sugieren que el sistema ProCROSS podría ser una alternativa tan rentable como el tradicional Holstein, ya que las diferencias entre ambos sistemas son mínimas.

Además, el sistema ProCROSS podría presentar una cierta ventaja numérica en varios parámetros reproductivos y de longevidad, que deben ser confirmados con estudios de mayor envergadura.

Abstract ID: CO-144
Tipo: Oral Categoría:
Cebo

BÚSQUEDA DE BIOMARCADORES ETOLÓGICOS COMO INDICADORES TEMPRANOS DE PATOLOGÍAS EN TERNERAS DE CEBO

SEARCH FOR ETHOLOGICAL BIOMARKERS AS EARLY INDICATORS OF PATHOLOGIES IN FATTENING CATTLE

Marta Elena Alonso de la Varga[1]

1-Universidad de Leon

Introducción y Objetivos

El conjunto de patologías respiratorias englobadas bajo la denominación de Síndrome Respiratorio Bovino (SRB) causadas por agentes patógenos capaces de producir lesiones en el aparato respiratorio del ganado (Lomillos y Alonso, 2018), es el problema de salud más importante al que se enfrentan los productores de carne de ganado vacuno a nivel mundial. Causa pérdidas económicas debidas a la elevada morbilidad, mortalidad, retrasos en el crecimiento y canales de menor valor, así como gastos en diagnóstico y tratamiento (Lowie et al., 2021). Las primeras semanas que los animales pasan en dichas instalaciones son momentos de elevado riesgo para el desarrollo de SRB, pues el transporte, los cambios en el manejo y ambiente y la convivencia estrecha con otros individuos de distintas procedencias y estados inmunitarios, resultan estresantes (Maples et al., 2022).

La detección temprana de los animales enfermos repercute directamente en sus posibilidades de recuperación existiendo un interés creciente en explorar la utilización de información sobre distintos comportamientos, para identificar animales enfermos antes de que muestren sintomatología clínica (White et al., 2023). El SRB supone un grave problema de bienestar animal (Cantor et al., 2022), y dado el presente escenario mundial, con la preocupación de los consumidores ejerciendo cada vez mayor influencia sobre los sistemas de producción (Alonso et al., 2020), unido a las restricciones legales en el uso de antimicrobianos

(https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/documentometafilaxiavacunocarne_tcm30-661702.pdf) debido a las crecientes resistencias bacterianas, suponen serios problemas para la sostenibilidad del modelo intensivo de producción de carne de vacuno.

Por ello nos propusimos realizar un estudio de campo cuyo objetivo consistió en tratar de identificar biomarcadores etológicos indicativos de estrés o su ausencia que pudieran actuar como indicadores tempranos de animales propensos a enfermar, para desarrollar un protocolo no invasivo, económico y fácil de realizar por el ganadero.

Material y Métodos

En 10 días se realizó un estudio observacional, registrando patrones etológicos individualmente sobre un total de 497 terneras de engorde, con entradas en un cebadero situado en la Bañeza (León), entre septiembre de 2022 y abril de 2023.

En dos periodos de observación de 15 minutos cada uno y un intervalo de 60 minutos entre ellos una vez que los animales estaban distribuidos en lotes, la misma persona desde una distancia media de 3 metros y utilizando prismáticos para la identificación individual registró los biomarcadores etológicos

´´vocalización´´ (escala de 0 a 2, 0= animales que no emitían vocalizaciones, 1= vocalizaciones intermitentes, 2= vocalizaciones continuas), y ´´rumiar´´, ´´comer´´, ´´beber´´ y ´´tumbada´´, (escala 0 y 1 según las terneras realicen o no el patrón).

El personal del cebadero realizó durante 4 semanas, dos días por semana, una inspección visual y registró el número de tratamientos o recuento cuantitativo de los tratamientos totales que recibió cada animal, y número

de días de fiebre en animales que presentaban síntomas de malestar y temperatura superiores a 39,7ºC.

Todos los datos se recogieron en tablas Excel con el programa Statistica 14.0 para el estudio estadístico mediante análisis de varianza de una vía (ANOVA) y comparaciones post-oc mediante test de Tukey Honestly Significant Difference (HSD) considerando significativas las diferencias de $P < 0,05$ y la prueba no paramétrica de correlación de rangos de Spearman para comprobar la relación existente entre variables.

Resultados

Se obtuvieron diferencias significativas siendo menor el número medio de tratamientos recibidos por aquellos animales que rumiaban ($F(1, 495) = 8,012$ y $P= 0,0048$), menos días de fiebre en las terneras que bebieron durante los periodos de observación, $F(1,495) = 6,973$ y $P= 0,008$, y aquellas que estaban tumbadas recibieron menor número de tratamientos y presentaron menos días de fiebre, $F(1,495) = 10,007$ y $P= 0,00$ y $F(1, 495) = 3,658$ y $P=0,003$, respectivamente. Una posible explicación puede radicar en que las terneras que beben gozarán de mejor estado de salud al estar en unas condiciones óptimas de hidratación, pues la combinación de la mayor exposición y la deshidratación disminuyen la capacidad de los animales de luchar contra los patógenos (Felix y Brandao, 2023). Las terneras tumbadas y aquellas que rumian van a reflejar un buen estado de salud (Hulsen, 2006), tranquilidad y bajos niveles de excitación, con niveles de cortisol menores (Curley et al., 2006). Esto se traduce en un mejor estado de su sistema inmune y menor predisposición a padecer enfermedades (Noffsinger et al., 2015), consiguiendo niveles de salud y bienestar lo más elevados posible.

Las terneras que manifestaron biomarcadores indicativos de tranquilidad, beber, rumiar o estar tumbadas, tubieron menor incidencia de patologias.

Abstract ID: CO-187
Tipo: Oral Categoría:
Varios

¿QUÉ FACTORES ESTÁN ASOCIADOS CON LAS PERCEPCIONES Y CREENCIAS DE LOS CONSUMIDORES SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LECHE?

Which factors might be associated with consumers' perceptions and beliefs about milk production?

Inês Prata [1,2,3] , Beatriz Marinho [1] , Guilherme Ferreira [1] , Ricardo Bexiga [1,2,3]

1 Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa

2 CIISA – Centro de Investigação Interdisciplinar em Sanidade Animal, Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa

3 AL4AnimalS - Laboratório Associado para a Ciência Animal e Veterinária, Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa

Introduction and main goals

In Portugal, as well as in other European countries, dairy products consumption (especially fluid milk) has been decreasing. A lot of this decrease is related to negative opinions that the general public has regarding the dairy industry, whether it be due to environmental or animal welfare concerns.

In order to gather information about the general public perceptions in Portugal, our team is developing a study which aims to shed some light on consumer preferences regarding dairy products, and also on their perceptions about dairy farming in their country. In this abstract, we present a portion of the preliminary results.

Materials and Methods

A questionnaire was developed which included questions about various subjects: preference and frequency of consumption of dairy products, perceptions regarding the dairy sector, and willingness to pay for certain products. In this questionnaire, we included short answer questions, multiple-choice questions, and Likert-type items (scales from 1 to 5).

A convenience sample of participants was recruited at supermarkets in different locations in Portugal, in the mainland and in the Terceira Island (Azores). In total, 78 people accepted to answer our questions. Questionnaires were filled out on paper and data was then transcribed to a spreadsheet.

Among other data, we obtained information regarding: media sources where people learned about dairy cow welfare; consumers' beliefs about animal welfare on dairy farms and antimicrobial usage; consumers' choice between price and welfare at the time of purchase; and consumers' opinions regarding certain fertility management practices. There were also questions related to demographic data (e.g. age, gender or income.

At an initial stage of the analysis, descriptive parameters (e.g. frequency) were calculated. Data that resulted from Likert-type items were mostly analysed through ordinal logistic regression. All statistical analysis was conducted using the software R-Studio (version 4.2.2).

Results

The most popular source of information about dairy cattle welfare was television (62.8% of respondents reported getting information through that mean). Websites followed, with 38.5% of participants reporting these to be a source of information. Social media, written press, books and streaming platforms were also mentioned by 30.8%, 23.1%, 19.2%, 10.3% and 6.4% of participants, respectively.

In terms of consumers' perceptions, approximately 70% of those who answered either agrees or totally agrees with the idea that animals who live in dairy farms have adequate health and welfare conditions. Source of information seemed to have an effect on this belief – participants who obtained animal welfare information through written press were 11 times more likely to agree that animals live in adequate conditions (OR=11.4, 95%IC: 2.96 – 48.6).

64% of participants are aware that dairy farms in Portugal are submitted to regular welfare audits. Place of origin had an effect on these answers – people from Terceira Island were less likely (OR=0.16; 95%CI: 0.05 – 0.48) to believe that dairy farms receive regular welfare audits.

Only 62% of participants believe that antimicrobials are used cautiously and appropriately on dairy farms, and 25% does not have a clear opinion about this. Surprisingly, 25% of the people in our sample believe it is likely that milk containing

antimicrobials goes on to be processed and sold. Source of information, place of origin and level of education have a significant effect on these answers – participants that claimed to get animal welfare information from streaming platforms were less likely to believe that antimicrobials are used cautiously on dairy farms (OR=0.03; 95%CI: 0,003 – 0.28). In fact, participants with a university degree (in comparison with those who had finished 9thgrade or less) were also less likely to believe that there is a judicious use of antimicrobials on dairy farms (OR=0.15; 95%CI: 0.04 – 0.51). Participants who live in Terceira Island (OR=0.12; 95%CI: 0.04 – 0.36) and those who have a connection (of any type) to the dairy industry (OR=0.26; 95%CI: 0.09 – 0.73) are less likely to agree with the idea that sold milk can contain antimicrobials.

In terms of importance given to price vs animal welfare as determinants of purchase, the majority of participants (46%) completely disregard the idea that they themselves would prefer a lower price of milk, if this meant poorer animal welfare for dairy cows. However, 64% of participants agree that the general public's view is contrary to theirs and people in general are willing to sacrifice welfare for price.

When confronted with descriptions of common dairy fertility management practices, 82% of respondents saw natural service as acceptable or totally acceptable. The general view on artificial insemination (AI) after oestrus detection was also positive – 70% of people either saw as acceptable or totally acceptable. In contrast, AI after hormonal treatment was seen as acceptable or totally acceptable by only 23% of participants, whereas 54% saw this practice as either unacceptable or totally unacceptable. Participants who live in Terceira Island are more likely to have an agreeable opinion regarding AI and hormonal synchronization protocols, compared to those who live in the mainland (OR=4.35; 95%CI: 1.63 – 12.31).

When milk quality is concerned, 33% either disagree or totally disagree with the idea that AI has a negative effect on milk quality; however, half of the sample (51%) neither agrees nor disagrees with that idea. The use of hormones for fertility management was thought to have a negative impact on milk quality by a considerable amount of people (25% agrees and 14% totally agrees).

Discussion

Upon observation of these preliminary results, it is apparent that television is still a highly relevant medium through which the general public receives information about animal welfare.

It is a positive finding that 70% of participants agree that animals live with adequate welfare in Portuguese dairy farms. People who use written press to get information about animal welfare are more likely to share this view; speculations can be made as to why this happens. Are other media outlets more prone to convey negative images of dairy farming? In fact, additional data from our study shows that people who get information from streaming platforms (compared to those who don't) are less likely to trust in the adequate use of antimicrobials on dairy farms. More studies are necessary to reach a reasonable conclusion about this matter.

The fact that people from Terceira Island are less likely to agree with the idea that dairy farms are regularly submitted to welfare audits sparks curiosity. Being this a region with a high number of dairy farms, we would expect the population to be familiar with some aspects of dairy farming. More data would have to be collected to shed light on this issue.

Curiously, those with a university degree were less likely to believe that there is a prudent use of antimicrobials on dairy farms (in comparison with those who had finished 9th grade or less). More information is needed to interpret this finding adequately; are people not well informed (despite their high level of education) about medicine restrictions and prescription regulations, or are they well informed about those who still make an inadequate use of antimicrobials? It is important to bear in mind that antimicrobial use in animal production, in Portugal, has seen a marked decrease in the past few years. Is this information reaching consumers?

People who live in Terceira Island and those who are in some way connected to the dairy sector are less likely to agree with the idea that antimicrobials are likely to reach milk that is available to consumers. This might suggest that geographical proximity to dairy farms (as it frequently happens in Terceira Island) leads to people being more aware of how the dairy sector works. By law, collected milk is sampled and screened for antimicrobial residues. Is this information reaching consumers effectively, especially in areas that do not have any proximity to dairy farming such as many regions in the mainland? Further studies are needed to asses this.

The belief that using hormones (e.g. oestrus synchronization protocols) affects milk negatively is cause for some concern; not only does it reveal misinformation, but it also potentially illustrates a lack of trust in the safety of dairy products.

Conclusions

Although these are still preliminary data, these findings provide valuable information about perceptions and beliefs of portuguese consumers about the dairy industry.

According to our findings, there is a considerable amount of misinformation and disconnection between the general public and the dairy sector. More studies are necessary to find strategies that help consumers become more engaged with the dairy industry.

Some media sources are more popular than others, and certain platforms seem to associated to more negative views regarding dairy farming. Further studies are warranted to understand if this should be taken into account when planning the dairy industry's media presence.

Abstract ID: CO-137
Tipo: Oral Categoría:
Sanidad

VACUNACIÓN FRENTE A LA PARATUBERCULOSIS: RESPUESTA ESPECÍFICA Y MECANISMOS DE INMUNIDAD ENTRENADA QUE INDUCEN PROTECCIÓN FRENTE A OTROS PATÓGENOS.

VACCINATION AGAINST PARATUBERCULOSIS: SPECIFIC RESPONSE TRIGGERING OF TRAINED IMMUNITY MECHANISMS THAT INDUCE PROTECTION AGAINST OTHER PATHOGENS.

Maitane Mugica, Elena Molina, Maddi Oyanguren, Mariví Geijo, Ainara Badiola, Joseba M Garrido, Natalia Elguezabal.

Mycobacterium avium subsp. *paratuberculosis* (Map) es el agente etiológico causante de la paratuberculosis (PTB), una grave enteritis granulomatosa crónica que afecta a rumiantes domésticos y silvestres en todo el mundo. Se estima que el 50% de los rebaños lecheros de Europa y Norteamérica están infectados por Map. Las granjas afectadas por PTB sufren pérdidas económicas debidas principalmente a la disminución de la producción, a la eliminación de los animales enfermos y a la necesidad de disponer de más animales de reposición. Además, estas granjas presentan una mayor incidencia de otras enfermedades como mastitis o problemas reproductivos. Por lo tanto, el acceso a herramientas eficaces de control de la PTB es urgente. Aunque hoy en día no existan estrategias universalmente aceptadas para el control de la PTB, la vacunación se considera una herramienta eficaz que modifica el curso de la infección. Al mismo tiempo, la aplicación de una vacuna inactivada frente a Map (Silirum®, CZ Vaccines, Pontevedra) ha mostrado beneficios colaterales.

Concretamente, en infecciones experimentales se ha observado que la vacunación con Silirum® confiere cierta protección heteróloga frente a la infección por *M. bovis* en terneros y que, según lo observado en el modelo de conejo, es capaz de incrementar la actividad antibacteriana de los neutrófilos frente a diferentes patógenos. Además, en función de los resultados observados en ensayos de campo, es capaz de aumentar la vida productiva y reducir la mortalidad por otras causas distintas a la PTB en ganado bovino. Todos estos hallazgos sugieren que Silirum® puede inducir mecanismos de inmunidad entrenada que conducen a una protección homóloga y heteróloga. La hipótesis que planteamos es que la inmunidad entrenada juega un papel importante en los mecanismos de protección que operan en los animales vacunados y estos pueden ser definitivamente demostrados mediante el estudio de ensayos funcionales *ex vivo* y de los cambios epigenéticos que se producen en las células inmunes innatas.

Así, el objetivo principal de este trabajo es demostrar que Silirum® pone en marcha los mecanismos de inmunidad entrenada en terneras. Para ello, se han seleccionado 10 terneras de 15 días de edad en una granja sometida a un programa de control de la PTB en la que no se han detectado animales excretores de Map con las heces en los últimos 5 años. Las terneras se han dividido en dos grupos: no vacunadas (n=5) y vacunadas con Silirum® (n=5). Se ha realizado un seguimiento durante los primeros 3 meses de vida, concretamente a los 15 días de edad (BV: antes de vacunar), y un mes (PV1), dos meses (PV2) y tres meses (PV3) después de la vacunación. Se ha prestado especial atención a los mecanismos de la respuesta inmunitaria entrenada mediada por parte de los neutrófilos polimorfonucleares (PMNs), ya que este tipo celular constituye la primera línea de defensa de la inmunidad innata en rumiantes sanos. Para evaluar las respuestas inmunitarias innatas específicas y no específicas potenciadas por la vacunación, se han realizado varios ensayos funcionales. Se ha evaluado mediante citometría de flujo la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) y la fagocitosis llevada a cabo por PMNs y monocitos frente a Map. Mediante el sistema de análisis de células vivas Incucyte® SX5 (Sartorius) se ha evaluado la capacidad de los PMNs para liberar trampas extracelulares (NETs) como función antimicrobiana frente a Map, Mycobacterium bovis BCG y otros patógenos no micobacterianos (*Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*), por ser estos microorganismos los responsables de importantes enfermedades que afectan al ganado bovino.

Debido a que varias investigaciones han demostrado con otras vacunas micobacterianas que las células inmunes innatas pueden generar inmunidad entrenada orquestada por la reprogramación epigenética y provocar cambios en la fisiología celular, se están evaluando los cambios epigenéticos mediante secuenciación por inmunoprecipitación de la cromatina (ChIPseq) para determinar la acumulación de la trimetilación de la histona H3 en lisina 4 (H3k4me3) en diferentes promotores génicos relacionados con la inmunidad entrenada.

Los resultados obtenidos de los ensayos con células muestran una tendencia de incremento de la producción de ROS y

fagocitosis por parte de los PMNs en terneras vacunadas en comparación con las no vacunadas. En cambio, la actividad de los monocitos no ha presentado ninguna tendencia clara. Aun así, la actividad ejercida por los PMNs es mayor que la de los monocitos, tanto en la generación de ROS como en la fagocitosis. Por último, las terneras vacunadas han mostrado una mayor capacidad de liberación de NETs frente a diferentes patógenos a las cuatro horas de cuantificación.

A la espera de los resultados de ChIPseq, estos resultados son prometedores, ya que sugieren que Silirum® ejerce inmunidad entrenada y que la activación de las células innatas tras la vacunación se mantiene al menos durante tres meses.

Abstract ID: CO-157
Tipo: Oral

Categoría: Cirugía y Podología

DIFERENCIA DE TEMPERATURA PODAL ENTRE EXTREMIDAD AFECTADA Y EXTREMIDAD SANA UTILIZANDO TERMOGRAFÍA INFRARROJA.

DIFFERENCE BETWEEN AFFECTED AND HEALTHY HOOF TEMPERATURE ASSESSED BY INFRARED THERMOGRAPHY

Jacobo Álvarez Torres[1], AI Peña[2], R Holgado[3], LA Quintela[4], C Pisón[5], JJ Becerra[6], L Vidal[7], U Yáñez[8], PG Herradón[9], A Acción[10]

1-Reproduction and Obstetrics, Department of Animal Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain

2-Reproduction and Obstetrics, Department of Animal Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain

3-Reproduction and Obstetrics, Department of Animal Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain

4-Reproduction and Obstetrics, Department of Animal Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain/ IBADER, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain

5-Reproduction and Obstetrics, Department of Animal Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain

6-Reproduction and Obstetrics, Department of Animal Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain/ IBADER, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain

7-Reproduction and Obstetrics, Department of Animal Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain

8-Reproduction and Obstetrics, Department of Animal Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain

9-Reproduction and Obstetrics, Department of Animal Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain/ IBADER, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain

10-Reproduction and Obstetrics, Department of Animal Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, Universidade de Santiago de Compostela, Lugo, Spain

Las cojeras son uno de los problemas más graves a nivel económico y de bienestar en el vacuno de leche, siendo la tercera causa más común de eliminación voluntaria, además de suponer el 40% de las vacas sacrificadas *in situ*. Es un problema muchas veces subestimado a nivel de explotación (Alsaaod et al., 2012; Lin et al., 2018; Thomsen et al., 2023). El uso de termografía infrarroja (TIR) como posible método diagnóstico de cojeras en el ganado bovino ha aumentado en los últimos años debido a su carácter no invasivo, facilidad de empleo y reducción de costes (Alsaaod et al., 2015). Esta técnica mide la radiación emitida y muestra la información de la temperatura superficial en forma de termograma, mediante un esquema de colores (Alsaaod et al., 2012; Harris-Bridge et al., 2018).

El objetivo principal de esta investigación fue determinar si existen diferencias en la temperatura podal entre la extremidad con cojera inferior y la extremidad aparentemente sana mediante el uso de TIR. Secundariamente, se estudió la influencia del número de partos (NP) sobre la temperatura podal.

Se utilizaron 231 vacas frisonas procedentes de una explotación de leche de la provincia de Lugo con 520 vacas en ordeño, Prolesa SAT (Goián, Sarria). Las fotos térmicas se tomaron con las vacas en estación trabadas en la cornadiza sin limpiar previamente las extremidades. Posteriormente se realizó la puntuación de locomoción (LS), siguiendo la clasificación de Sprecher et al. (1997), por la misma persona, en los pasillos de alimentación con suelo de hormigón. Como requisito de inclusión de las vacas en el estudio se estableció la necesidad de presentar cojera posterior (LS≥2) en una sola extremidad, con lo que el número final de vacas estudiadas fue de 49. A su vez clasificamos las vacas según el NP (Primíparas=11, Multíparas=38). La medición de la temperatura en la banda coronaria (BC) en la región plantar y dorsal con cámara termográfica se realizó con una cámara FLIR E95 (Teledyne FLIR, Oregón, EEUU) a una distancia de 0,97±0,10, corrigiendo en función de la temperatura y la humedad ambiental para aumentar la sensibilidad térmica. Para el análisis estadístico se utilizó la prueba no paramétrica U de Mann- Whitney con el programa SPSS versión 28.0 para Windows (SPSS Inc., Chicago,

IL, EEUU). Considerando diferencias estadísticamente significativas cuando p≤0,05.

Los resultados mostraron una temperatura máxima media de la BC medida en la región plantar de 33,60±2,99ºC en las EP afectadas con cojera, mientras que en las extremidades sanas se observó una temperatura máxima media de 32,49±3,90ºC (p=0,183). Por otro lado, la temperatura máxima media medida en la región dorsal fue de 34,29±2,43ºC en las EP afectadas, mientras que en las EP sanas de media tuvieron 33,61±3,25ºC (p=0,361). Estas temperaturas máximas medias son similares

a las temperaturas medias observadas por Alsaaod et al. (2015) y superiores a las observadas por Alsaaod y Büscher (2012). Se debe tener en cuenta que en este último estudio se limpiaron con agua a presión las pezuñas

previamente a la medición mediante TIR. En cuanto al número de partos se observó una temperatura máxima media en la BC por la región dorsal de 33,94±2,88ºC en multíparas y de 34,00±2,90ºC en primíparas (p=0,838). Por otro lado, en cuanto a las mediciones de la BC plantar, las vacas multíparas tenían una temperatura máxima media de 32,88±3,70ºC (p=0,493), mientras que la de primíparas era de 33,65±2,68ºC. En otros dos estudios de medición de la temperatura media en la BC observaron un incremento de esta en los animales de primer parto con respecto a los animales multíparos. El trabajo realizado por Anagnostopoulos et al. (2021), observó en dos de las cuatro granjas analizadas una diferencia significativa entre animales con distinto número de partos, mientras que otro estudio realizado por Nikkah et al. (2005) no encontraron diferencias significativas entre las temperaturas medias de la BC. Este último grupo de investigación explica que el aumento de la temperatura en la BC en vacas primíparas podría deberse al aumento de irrigación sanguínea en las pezuñas de estos animales para satisfacer la mayor demanda de nutrientes por el elevado crecimiento del tejido córneo.

En conclusión, en las condiciones de nuestro estudio no se observaron, en discordancia con diversos estudios, diferencias significativas entre la temperatura máxima media de las pezuñas enfermas de las aparentemente sanas, ni en el número de partos, si bien puede ser debido a no haber diferenciado las distintas patologías podales, así como por el número de animales utilizados, por lo que futuras investigaciones son necesarias para confirmar los resultados observados.

Abstract ID: CO-159
Tipo: Oral Categoría:
Medicina

ANEMIA HEMOLÍTICA NEONATAL: TRANSMISIÓN TRANSPLACENTARIA DE BABESIA BIGEMINA EN UN TERNERO

NEONATAL HEMOLYTIC ANEMIA: TRANSPLACENTAL TRANSMISSION OF BABESIA BIGEMINA IN A CALF

Elena Mejías López [1] | Lidia de Alba Carrasquilla [2] | Michela Re [3] | Javier Moreno Gonzalo [3] | Javier Blanco Murcia [3] | Carlos Coronel Araujo [3] | Alejandra Villaescusa Fernández [3]

1 Veterinaria colaboradora del Departamento de medicina y cirugía animal, facultad de veterinaria, Universidad Complutense de Madrid
2 Becaria del Servicio de Medicina y Cirugía de Rumiantes y otros animales de abasto.
3 Departamento de medicina y cirugía animal, facultad de veterinaria, Universidad Complutense de Madrid

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades transmitidas por garrapatas tienen una gran importancia sobre la salud y productividad del ganado vacuno, especialmente en los animales de extensivo.

En Europa, se han descrito prevalencias variables según las regiones y los agentes causantes de enfermedad, destacando el papel de *Anaplasma marginale* y *A. phagocytophilum* como causantes de anaplasmosis; *Babesia bovis*, *B. bigemina* y *B. divergens* como causantes de babesiosis y *Theileria annulata* como causante de theileriosis (11,7,1). Su transmisión depende fundamentalmente de sus vectores (garrapatas), si bien se han descrito otras formas de transmisión, como la mecánica o la transplacentaria, especialmente en el caso de la anaplasmosis (10,6).

DESCRIPCIÓN DEL CASO CLÍNICO

Se describe el caso clínico de un ternero macho de raza Angus que ingresó en el Servicio de Medicina y Cirugía de Rumiantes y otros Animales de Abasto del Hospital Clínico Veterinario Complutense (HCVC).

Fue remitido con 4 horas de vida tras nacer por cesárea y ser reanimado con éxito. La madre presentaba un cuadro compatible con enfermedad hemorrágica bovina (EHE) y, ante su mal estado general, fue eutanasiada tras la cirugía.

El ternero se encontraba alerta y con constantes vitales y parámetros de la analítica sanguínea normales, a excepción de las proteínas, que se encontraban disminuidas. Se administró calostro de otra vaca de la misma explotación, tras lo cual las proteínas totales subieron a 7,2 g/dL.

A los 10 días, estando aun hospitalizado en el HCVC, desarrolló un cuadro de decaimiento, fiebre, palidez e ictericia y orina de color “coñac”. Se realizó una analítica sanguínea, observándose una anemia grave (hematocrito de 12,4%) e hiperbilirrubinemia (7,7 mg/dL), asociada a hemoglobinuria. Se realizó inicialmente una transfusión de sangre completa de una vaca donante sana y testada frente a agentes de transmisión vectorial frecuentes en la zona.

El hematocrito ascendió hasta un 17% tras la transfusión, pero en las horas posteriores la bilirrubina continuó aumentando (13,5 mg/dL) y el hematocrito volvió a descender (12,9%). En el frotis se observó la existencia de anisocitosis con hematíes macrocíticos, policromatofilia, acantocitos y presencia de eritrocitos nucleados y con punteado basófilo. Además, se observaron formas intraeritrocitarias compatibles con *Babesia* spp. en aproximadamente un 5% de los hematíes. Ante este hallazgo y la persistencia de los signos clínicos, se realizó una segunda transfusión y se instauró un tratamiento etiológico con dipropionato de imidocarb.

A partir de una muestra de sangre obtenida antes del tratamiento se realizó una reacción en cadena de la polimerasa (PCR) que permitió confirmar que el agente implicado era *B. bigemina.* Se descartó la implicación del virus de la EHE mediante análisis en el Laboratorio Regional de Sanidad Animal.

Finalmente, tras el tratamiento etiológico y de soporte, la evolución fue favorable y los signos clínicos y alteraciones laboratoriales desaparecieron progresivamente.

DISCUSIÓN

Los cuadros clínicos caracterizados por anemia hemolítica y hemoglobinuria en el bovino conducen a una serie de diagnósticos presuntivos entre los que se encuentran la leptospirosis, la hemoglubinuria bacilar y las piroplasmosis, así como intoxicaciones por plantas o agentes químicos (5). En el caso

aquí presentado, fue posible confirmar como agente causal a *B. bigemina*, transmitida por especies de garrapatas del género *Rhipicephalus (Boophilus)* y altamente prevalente en la zona de estudio.

Concretamente, en Madrid se ha estimado una prevalencia de *B. bigemina* en bovinos en extensivo del 21,9% ± 3,7% (2).

La babesiosis bovina, causada por protozoos intraeritrocitarios del género *Babesia,* es una de las enfermedades más importantes del ganado en regiones climáticas tropicales y subtropicales (1, 3, 9). Las principales manifestaciones clínicas son fiebre, anorexia, disminución de la rumia, dificultad para respirar, emaciación, anemia hemolítica progresiva, ictericia y hemoglobinuria (8).

A pesar de que la transmisión de este agente es a través de su vector, se ha descrito de forma anecdótica la posible transmisión transplacentaria (4). Dado que el animal ingresó en el HCVC con tan solo 4 horas de vida, no habiendo tenido contacto con su madre o con otro ganado que le hubiera podido trasmitir garrapatas, se sospecha de transmisión vertical. Desafortunadamente, no se disponía de muestras de la madre ni del ternero inmediatamente tras el nacimiento, lo que habría permitido confirmar esta vía de transmisión poco usual. Esto concuerda con la bibliografía, en la que se describe este tipo de transmisión en muy raras ocasiones (4).

Por último, destacar que el tratamiento convencional con imidocarb y las transfusiones consiguieron la completa recuperación del animal.

CONCLUSIONES

1. 1. En este caso, a pesar de que no ha sido posible su confirmación a partir de una muestra obtenida inmediatamente tras el parto, la vía de transmisión más probable es la transplacentaria, dado que no tuvo contacto con ganado desde su nacimiento y no pudo infectarse en el HCVC.

2. 2. La rápida recuperación tras el tratamiento etiológico y sintomático confirman que la causa de los signos clínicos es la babesiosis y no otra enfermedad concomitante.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bock, R., Jackson, L., de Vos, A., Jorgensen, W., 2004. Babesiosis of cattle. Parasitology 129 Suppl, 247.

2. Calleja Bueno, L. (2018). Estudio epidemiológico de la infección por" *Anaplasma phagopcytophilum*, *A. marginale*, *A. Centrale*, *Babesia bigemina*, *B. divergens* y *Theileria annulata*" en ganado vacuno en extensivo de la Comunidad de Madrid. [Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid]. https://hdl.handle.net/20.500.14352/17025

3. Chauvin, A., Moreau, E., Bonnet, S., Plantard, O., Malandrin, L., 2009. Babesia and its hosts: adaptation to long-lasting interactions as a way to achieve efficient transmission. Vet. Res. 40, 37.

4. Costa, S. C. L., de Magalhães, V. C. S., de Oliveira, U. V., Carvalho, F. S., de Almeida, C. P., Machado, R. Z., & Munhoz, A. D. (2016). Transplacental transmission of bovine tick-borne pathogens: frequency, co-infections and fatal neonatal anaplasmosis in a region of enzootic stability in the northeast of Brazil. *Ticks and tick-borne diseases*, *7*(2), 270-275.

5. Constable, P. D., Hinchcliff, K. W., Done, S. H., & Gruenberg, W. (2017). A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs, and goats veterinary medicine. 3251 Riverport Lane St. *Louis, Missouri: Elsevier*.

6. Kocan, K.M., de la Fuente, J., Cabezas-Cruz, A., 2015. The genus Anaplasma: new challenges after reclassification. Rev. Sci. Tech. 34, 577-586.

7. L'Hostis, M., Seegers, H., 2002. Tick-borne parasitic diseases in cattle: current knowledge and prospective risk analysis related to the ongoing evolution in French cattle farming systems. Vet. Res. 33, 599-611.

8. Mohammed, E., & Elshahawy, I. (2017). The current prevalence of bovine babesiosis and theileriosis infection in Egypt. *Clin. Med. Images Int. J, 1*(1), 00004.)

9. Suarez, C.E., Noh, S., 2011. Emerging perspectives in the research of bovine babesiosis and anaplasmosis. Vet. Parasitol. 180, 109-125.

10. Thompson, C., Baravalle, M.E., Valentini, B., Mangold, A., de Echaide, S.T., Ruybal, P.,

Farber, M., Echaide, I., 2014. Typification of virulent and low virulence Babesia bigemina clones by 18S rRNA and rap-1c. Exp. Parasitol. 141, 98-105.

11. Uilenberg, G., 1995. International collaborative research: significance of tick-borne hemoparasitic diseases to world animal health. Vet. Parasitol. 57, 19-41.

POSTER

Abstract ID: CO-143
Tipo: Poster

Categoría: Reproducción

DESARROLLO DE UN SOFTWARE DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA DETERMINAR EL MOMENTO DE INSEMINACIÓN EN VACAS A TRAVÉS DE UNA ECOGRAFÍA DE LA SUPERFICIE VULVAR

DEVELOPMENT OF AN ARTIFICIAL INTELLIGENCE SOFTWARE TO DETERMINE THE TIME OF INSEMINATION IN COWS THROUGH AN ULTRASONOGRAPHY OF THE VULVAR SURFACE

Arantxa Echegaray Artajo [1], Marta Guillén Palacín [1], Nicolás Escartín Casas [1], Marta Oliván Nerín [1], Irene Fernández Martí [1]

1-Humeco

Introducción

El objetivo de este trabajo es resumir las pruebas preliminares realizadas en la especie bovina, en el contexto del proyecto europeo EUROSTARS 1965 REPROTEXT. En este proyecto, se plantea el desarrollo de una sistema basado en un ecógrafo portátil, una aplicación móvil vinculada al ecógrafo y una infraestructura en la nube para el análisis por inteligencia artificial en tiempo real de los archivos generados por el ecógrafo. El sistema detectará cambios en la imagen ecográfica del tejido vulvar que serán predictivos del momento idóneo de inseminación.

Material y métodos

En estas pruebas preliminares se utilizaron un total de 67 novillas, divididas en dos ensayos totalmente independientes de IATF. En un primer grupo (n=38) la ecografía vulvar e inseminación se realizó a las 7 horas de inyección de la GnRH. En el segundo grupo (n=29) la ecografía vulvar y la IATF se realizaron en el momento de la inyección de la GnRH.

Para las ecografías se seleccionó el ecógrafo DUOSCAN GO (IMV IMAGING). La sonda de este ecógrafo permite una buena adaptación a la superficie vulvar, además de tener conectividad a Android vía Wifi. Las ecografías de la superficie vulvar se realizaron mediante abordaje transversal.

Esto permite obtener una imagen de toda la estructura vulvar, con los detalles anatómicos necesarios para poder determinar los límites anatómicos de la zona de análisis y para estudiar en esta zona o ROI (en inglés Region of Interest) la presencia de potenciales indicadores de ovulación.

De cada animal se obtuvo un video de 10 segundos de duración a profundidad de 80 mm y ganancia intermedia. Para el estudio y automatización de análisis de los vídeos hubo que desarrollar un software de análisis de imagen en java con algoritmos de apertura, filtrado y segmentación, capaces de procesar las imágenes de tejido vulvar y su calidad.

Sobre las imágenes seleccionadas por calidad, se desarrollaron otros algoritmos de análisis basados en estudio de parámetros de histograma y morfología matemática de las áreas de interés localizadas, extrayéndose potenciales indicadores de la ovulación.

Para determinar si existían cambios significativos en estos indicadores en función del momento de la ecografía y si estos indicadores pudieran tener relación con el resultado de la inseminación se utilizaron las pruebas estadísticas de correlación de Pearson y ANOVA. Para comparar el éxito de ambos protocolos de IATF se utilizó la prueba exacta de Fisher. La herramienta utilizada fue el software estadístico SPSS 29.0 (IBM Inc).

RESULTADOS

Se ha procesado más de 75000 imágenes. Los límites anatómicos de referencia han sido la interfaz de la vulva con las estructuras que la rodean y las diferentes partes anatómicas del clítoris: bulbos, cuerpo, cruz y glande. El ROI dónde se

determinaron los indicadores se encontraba limitado por dichas estructuras.

De los parámetros estudiados, denominados “artificial insemination index” (AI Index), se han seleccionado 3: un parámetro de histograma y dos parámetros de morfología matemática. Dichos parámetros mostraron correlaciones importantes entre ellos ($p<0.001$).

Un 63.3% de las vacas quedaron gestantes en el grupo 1, frente a un 28% de las novillas del grupo 2. Aunque las diferencias fueron muy significativas ($p<0.01$), estos resultados deberían interpretarse con mucha prudencia, ya que las condiciones experimentales no fueron las mismas en los dos grupos. De los tres indicadores, sólo Ai2 presenta diferencias que no llegan a ser significativas ($p=0.09$) entre ambos grupos de animales.

En cambio, tomando los dos grupos de novillas conjuntamente, cuando nos preguntamos si los indicadores ecográficos medidos en el momento de la inseminación podrían llegar predecir el éxito de la misma, el análisis bivariante nos dice que los 3 parámetros presentan diferencias significativas entre las hembras gestantes y las vacías: Ai1 da una media±DE de 12,8±2.9 en gestantes vs 16.7±4.4 en vacías ($p<0.002$), Ai2 da una media ± DE de 0.19 ±0.08 mm2 en gestantes vs 0.10 ± 0.06 mm2 en vacías ($p<0.001$) y Ai3 da una media ± DE de 0.19 ±0.07 % en gestantes vs 0.07 ± 0.01% en vacías ($p<0.006$). De nuevo Ai2, un parámetro de morfología matemática, es el más predictivo.

Conclusiones

Los resultados expuestos, sugieren que determinados indicadores ecográficos medidos en el tejido vulvar pueden estar relacionados con la ventana de inseminación en vacas y podrían utilizarse como herramientas para determinar el momento de la misma.

Agradecimientos

Este trabajo recibió la financiación del programa europeo EUROSTARS. Agradecemos el acceso a los animales al CITA de Aragón así como a la Asociación de Limousin de Aragón.

Abstract ID: CO-163
Tipo: Poster

Categoría: Reproducción

ESTIMACIÓN DEL RIESGO DE UN CASO DE METRITIS BASADO EN DATOS PRODUCTIVOS Y REPRODUCTIVOS

ESTIMATING THE RISK OF A CASE OF METRITIS BASED ON PRODUCTIVE AND REPRODUCTIVE DATA

Uxía Yáñez Ramil[1], Marcos Vigo Fernández[2], Jacobo Álvarez Torres[3], Pedro José García Herradón[4], Juan Caínzos Cagiao[5], Juan José Becerra González[6], Guillermo Lorenzo Díaz[7], Ana Isabel Peña Martínez[8]

1-Universidade de Santiago de Compostela

2-Veterinario Autónomo

3-Universidade de Santiago de Compostela

4-Universidade de Santiago de Compostela

5-ABS Progenex

6-Universidade de Santiago de Compostela

7-Gando Nuevas Tecnologías

8-Universidade de Santiago de Compostela

Durante el período postparto, las patologías uterinas juegan un papel fundamental, no solo por su con siderable incidencia en vacuno lechero y su variación a lo largo del tiempo, si no también por ocasion ar severas pérdidas productivas y, en consecuencia, económicas, para las explotaciones. Entre estas patologías, Sheldon et al. (2006) definen los casos de metritis puerperal como aquellas vacas con un útero anormalmente agrandado que presentan una descarga vaginal amarronada fétida, asociada a si ntomatología general, dentro de los 21 días siguientes al parto; por el contrario, en los casos de metrit is clínica, esta última no estaría presente, siendo los demás signos comunes entre ambas. Entre las c onsecuencias de esta enfermedad, se encuentran el retraso en la involución uterina, el empeoramient o de los índices reproductivos y la caída de la producción de leche (Hossein-Zadeh et al., 2011). Puest o que los efectos negativos de las metritis ya son inevitables una vez diagnosticada la enfermedad, e s necesario hacer hincapié en su prevención, conocer los factores de riesgo que la favorecen e identificar aquellos animales que, por su historial, serían más propensos a padecer esta patología, con el fin de actuar lo más prontamente posible.

Por ello, el objetivo de este estudio ha sido determinar los factores de riesgo de las metritis en ganado vacuno de aptitud láctea a partir de datos obtenidos del registro de la explotación (RE) y del control o ficial del rendimiento lechero (CL).

Se seleccionaron un total de 6151 lactaciones de vacas raza Holstein de alta producción localizadas en el Noroeste de España, pertenecientes a 28 explotaciones incluidas en CL y gestionadas por 2 vete rinarios. Los datos se obtuvieron directamente del software Gando (Gando Nuevas Tecnologías, Espa ña). Se recogió información procedente del CL (kilogramos de leche (L), porcentaje de grasa (%G) y pr oteína (%P) en el último control, producción normalizada (L305)) y del RE (caso de metritis y/o retenci ón placentaria (RP, presencia de las membranas fetales transcurridas 24 h tras el parto), parto gemela r (PG), enfermedades registradas en el parto anterior (EPA), duración del secado (SEC), intervalo entre partos (IPP), número de parto (2, 3, 4, ≥5), estación de parto). Además, se calculó el ratio grasa:proteín a (G/P) del último control. Para el análisis estadístico se llevó a cabo un análisis descriptivo y una reg resión logística binaria siguiendo el método atrás condicional. Los análisis estadísticos se realizaron en el software SPSS versión 29.0 para Windows y se consideraron diferencias estadísticamente signif icativas cuando $p \leq 0,05$).

Los resultados mostraron que la prevalencia de metritis fue del 18,7 % (n=1148). Por otro lado, se obs ervó una prevalencia de RP, PG y EPA de 7,3 % (n=451), 4,3 % (n=267) y 35,1 % (n=2162) respectivame nte. Además, los valores medios de L, %G, %P, L305, SEC, IPP, G/P fueron 27,9±8,8 kg, 4,27±0,9 %, 3,7± 0,4 %, 11815,5±2299,4 kg, 62,7±20,5 d, 419,3±73,8 d y 1,16±0,2, respectivamente, para animales sanos,

y 27,7±9,2 kg, 4,2±0,9 %, 3,7±0,4 %, 12082,1±2418,0 kg, 62,5±22,0 d, 427,9±77,1 d y 1,15±0,2, respectiva

mente, para animales con metritis. En cuanto a la regresión logística, las variables retenidas en el mo delo final y consideradas factores de riesgo de las metritis fueron el haber sufrido un parto gemelar (O R=4,068, $p<0,001$), haber

padecido alguna enfermedad en el parto anterior (OR=1,443, p<0,001), haber presentado retención de placenta en el parto actual (OR=22,026, p<0,001) y haber tenido un intervalo entre partos más largo (OR=1,001, p=0,004). No se encontraron diferencias estadísticamente significa tivas para ningunos de los datos obtenidos del CL, la duración del secado, el número de parto o la est ación de parto. Resultados similares fueron reportados en otros estudios, con incidencias variables e ntre 17,8-39,5% observadas en Argentina, Canadá y EE. UU. (Dubuc et al., 2010; Giuliodori et al., 2013). Así, los factores de riesgos descritos en la literatura coinciden con los indicados por nuestro modelo, destacando la RP y los partos gemelares, puesto que estos procesos favorecen la contaminación del útero al existir un daño en el tejido endometrial y un ambiente idóneo para el crecimiento bacteriano. Además, dado que las enfermedades previas pueden provocar un incremento del IPP debido a sus efe ctos negativos en la eficiencia reproductiva, animales con un IPP mayor serían más propensos a sufri r un balance energético negativo más grave, otro factor de riesgo de las metritis reportado en la biblio grafía (Dubuc et al., 2010).

En conclusión, nuestros resultados sugieren que aquellas vacas que han presentado una retención de placenta o han tenido un parto gemelar son más propensas a padecer metritis. Además, los animales que en la lactación anterior hubieran sufrido alguna enfermedad y el IPP hubiera sido más largo tamb ién tendrían más posibilidades de presentar metritis en la lactación actual, por lo que sería necesario prestar especial atención a estos ejemplares, minimizar los desequilibrios energéticos durante el puer perio y realizar una monitorización más exhaustiva de estos.

Abstract ID: CO-161 Tipo: Poster
Categoría: Reproducción

INFLUENCIA DE LA GESTACIÓN EN LA PERSISTENCIA DE LAS CURVAS DE LACTACIÓN EN VACAS FRISONAS

INFLUENCE OF GESTATION ON THE PERSISTENCE OF LACTATION CURVES IN FRIESIAN COWS

Francisco García Alvarez

1-CLINICA VETERINARIA SERSA S.L.

INFLUENCIA DE LA GESTACIÓN EN LA PERSISTENCIA DE LAS CURVAS DE LACTACIÓN EN VACAS FRISONAS. INFLUENCE OF GESTATION ON LACTATION CURVES IN FRIESIAN COWS

Alonso Martínez R., García Alvarez F. Clínica Veterinaria Sersa S.L. RESUMEN: La relación reproducción-producción de leche en ganado vacuno lechero es entendida desde siempre. Pero los niveles productivos alcanzados en la actualidad por los rebaños frisones pudieran modificar la forma de considerar el periodo de espera voluntario en los mismos por su posible influencia en la persistencia en la curva de lactación, y por ende en la producción total. Para evaluar dicho efecto se estudió un rebaño de 36 vacas donde se decidió no inseminar y compararla con curvas estándar, deducidas de estudios en explotaciones comerciales con animales preñados. PALABRAS CLAVE: Curva de lactación, Persistencia, PEV MATERIAL Y METODOS: En un rebaño de 36 vacas frisonas donde se decidió suspender las inseminaciones (para abandonar su explotación) se estudió la evolución de la producción media pasado el pico de lactación. A falta de datos de control lechero se procedió a recopilar los datos de entrega de leche semanal dividiéndolo por siete y por el número de vacas presentes en cada momento, de lo que resulta una curva de lactación por vaca y día para cada semana del estudio. Esa curva se comparó con las curvas de lactación estándar estudiadas en otras explotaciones comerciales con las habituales gestaciones. En los rebaños de vacuno lechero, la relación entre reproducción y producción lechera ha sido establecida desde siempre porque sin partos no hay producción lechera. Pero el establecimiento de la gestación nos marca el momento del secado de la vaca. Partiendo de la idea de que los rebaños actuales presentan unos niveles productivos muy elevados, deberemos considerar el valor óptimo del Periodo de Espera Voluntario. Pero además debemos tener en cuenta la posible influencia de la gestación en la persistencia de la curva de lactación. Para evaluar dicha influencia tuvimos la oportunidad de estudiar un rebaño completo de 36 vacas adultas no gestantes al inicio del estudio, durante 125 semanas y comparar sus curvas de lactación con las determinadas en otros estudios en rebaños con las habituales vacas gestantes. A falta de datos de control lechero, y para reducir al máximo los errores en los datos, se tomó como referencia la producción total del rebaño por semana según la recogida del lechero dividiéndola por los 7 días de la semana y por el nº de vacas presentes en cada momento, obteniendo el dato de producción media por vaca y día en cada una de las semanas del estudio. Con ello se construye una curva de lactación media que nos permite estudiar su persistencia. Los animales, con un nivel genético medio y sometidos a una alimentación con predominio de forrajes y nivel de concentrados no muy alto tenían un nivel de producción que puede considerarse bajo para su potencial, pero su evolución consideramos que puede ser asumida, con las lógicas reservas, a niveles productivos mayores. La hipótesis de una influencia negativa en la persistencia de la curva de lactación se expresaría en la siguiente figura: Con los datos recopilados obtenemos la siguiente representación de la curva de lactación de los animales en el rebaño, sin ninguna vaca gestante, donde vemos la línea de tendencia y el factor que nos marca la caída de producción con el tiempo. El paso lógico siguiente sería la comparación de esta curva con las consideradas estándar para la raza frisona. Existen muchas publicaciones al respecto, pero básicamente los resultados pueden considerarse similares. Por ello hemos optado por los datos publicados por Romero Sala C. en 2020, por ser recientes y obtenidos de un rebaño comercial. Existen otros modelos de curvas de lactación, pero básicamente reflejan una estructura de la curva similar, aunque los niveles productivos sean variados. Estos datos se reflejan en el siguiente gráfico. A partir de esos datos, podemos idealmente generar un gráfico en el que se observen las curvas de lactación simultáneamente, lo que nos permite una comparativa de ambas situaciones. Es el momento de sacar algunas conclusiones. La primera es que la gestación sí parece influir en la persistencia de la lactación. Y como consecuencia deducimos que a la hora de determinar el momento óptimo de la gestación en una vaca lechera deberemos considerar cuánto es su nivel productivo, de manera que no suponga una merma de producción que la haga menos rentable.

Tenemos que tener en cuenta que los ingresos mayoritarios van a proceder siempre de la leche vendida, y el margen económico será mayor en las producciones altas. Otra conclusión derivada sería que retrasar el momento de gestación puede comportar beneficios económicos a pesar de alargar las lactaciones, ya que conseguiremos mantener producciones altas y reducir los periodos de secado, que no son productivos.

Abstract ID: CO-152 Tipo: Poster

Categoría: Reproducción

EVALUACIÓN DEL ESTRÉS ASOCIADO A LA ELECTROEYACULACIÓN EN BOVINO

STRESS ASSESSMENT IN BULLS DURING ELECTROEJACULATION

Victoria Tejedor Durán | Luis Quevedo Sánchez

1-Universidad de Córdoba

2-Universidad de Córdoba

Varios estudios concluyen que la electroeyaculación (EE) en rumiantes se percibe como dolorosa y estresante. Aunque se emplean marcadores bioquímicos como cortisol, glucosa y creatinfosfoquinasa para evaluar el efecto fisiológico de dicha técnica, el presente trabajo analiza la necesidad de incorporar otros parámetros para obtener una visión más completa del estrés experimentado por el bovino durante la EE, como son el área blanca del ojo, la temperatura ocular y las vocalizaciones del animal. Este tipo de enfoques alternativos contribuyen a promover procedimientos más seguros para los técnicos y animales involucrados para conocer más sobre el impacto de esta técnica sobre el bienestar del animal.

Se seleccionaron un total de 20 toros de aptitud cárnica, criados en condiciones extensivas, a los que se sometió a recogida de semen mediante EE. Dichas colectas fueron realizadas por 3 técnicos y con diferentes equipos. Por otro lado, con objeto de evaluar también el efecto del masaje de las ampollas de los conductos deferentes sobre el bienestar de los animales, en un grupo de 6 toros se procedió a realizar un masaje durante un tiempo aprox. de 5 minutos, aunque no se recogió ni procesó el semen. Se realizaron tomas de sangre al introducir al animal en la manga de contención y tras acabar la EE o el masaje transrectal. Para evaluar el estado de estrés o disconfort de los toros durante la EE, se llevaron a cabo determinaciones de parámetros bioquímicos sanguíneos relacionados con el estrés (cortisol, glucosa, creatinfosfoquinasa, proteínas totales y albúmina). Adicionalmente, se determinó de la temperatura ocular, el área blanca del ojo (área de la esclera) y el número de vocalizaciones. Así mismo, con el objetivo de evaluar qué sensación de bienestar animal es percibida por observadores externos durante el procedimiento de EE, se realizó una encuesta relativa a la expresión facial (en concreto, expresión ocular) de los toros durante dicho procedimiento.

A la vista de los resultados, se aprecia que existen valores significativamente más bajos de cortisol al comienzo de la EE (0,91 ±0,13 µg/dl vs 1,65 ±0,18 µg/dl; p<0,01) y del masaje transrectal (0,73 ±0,11

µg/dl vs 1,16 ±0,06 µg/dl; p<0,05) que al finalizar los mismos, lo que refleja que ambos procedimientos promueven el estrés en el animal. Al comparar ambos procedimientos, se observó que no existían diferencias para los valores sanguíneos analizados. Solo se registraron vocalizaciones en el 15,6% de los sementales, las cuáles no fueron muy intensas, a diferencia de lo descrito por Whitlock y col. (2012). Ni el temperamento mostrado por los toros en el momento de entrar en la mangada de contención ni el efecto "operador" afectaron sobre los parámetros sanguíneos analizados antes, durante o después de la recogida de semen. El estudio de la temperatura ocular mediante termografía no evidenció diferencias en los toros antes, durante y después de la recogida de semen (33,0 ±0,32

ºC; 33,01 ±0.38 ºC y 32,9 ±0,32ºC; p=0,971). Se describe que ojos más abiertos están asociados con situaciones de agitación o excitación que refleja la necesidad del animal de conseguir mayor campo visual en todas direcciones (Sandem y col, 2006). Por lo tanto, situaciones de estrés podrían estar asociadas a un mayor porcentaje de ojo blanco en el animal. Sin embargo, no se han hecho estudios que caractericen esta medida con el estrés asociado a la recogida de esperma. En este estudio se observó que, durante el proceso de EE, el ojo presentaba una mayor área blanca (38,31 ±4,6 cm^2) que antes (28,7 ±1,7 cm^2) o después (27,8 ±2,3 cm^2) de la recogida (p<0,05). Esta misma apreciación pudo ser evidenciada por observadores externos a los que se sometió a una encuesta en este sentido. Esta es la primera descripción acerca del cómo el porcentaje de ojo blanco de un semental puede ser un indicador dinámico de emociones durante la recogida de esperma. Aquellos toros que emitieron vocalizaciones durante en proceso de recogida de semen tampoco mostraron variaciones en cuanto a las mediciones de área blanca o temperatura realizadas en el ojo.

En conclusión, se puede afirmar que la determinación del área blanca del ojo ofrece medidas óptimas para determinar el estatus de bienestar de toros sometidos a recogida de semen, mientras que la termografía ocular no mostró ninguna ventaja. En cuanto a los valores de indicadores sanguíneos de estrés podemos afirmar que los niveles de cortisol aumentan significativamente tras la recogida de semen mediante EE o masaje transrectal, aunque no se apreciaron diferencias entre ambas técnicas. La corta duración de la EE frente al masaje y la conducta normal demostrada por los sementales tras ello

hace recomendar el uso de EE, ya que además ofrece una mejor calidad seminal y repetibilidad. Es importante profundizar en cómo la EE afecta sobre el bienestar animal y como mejorar su uso.

Abstract ID: CO-150 Tipo:
Poster Categoría: Sanidad

SECUENCIACIÓN MASIVA PARA CONOCER LA MICROBIOTA EN EL AGUA DE BEBIDA

MASSIVE GENE SEQUENCING TO ESTUDY THE MICROBIOTA IN DRINKING WATER

JUAN JOSÉ GARCÍA GARCIA | ALBERTO BENITO DÍAZ | MARTA HERNÁNDEZ PÉREZ | PATRICIA GÓNZALEZ GARCIA | ALVARO CAÑETE REYES

1-itacyl

2-ITACYL

3-ITACYL

4-ITACYL

5-ITACYL

OBJETIVOS

El objetivo del presente estudio consistió en la identificación y cuantificación de la comunidad microbiana interna presente en el agua de bebida de las explotaciones de vacuno extensivo en el ecosistema adehesado de la provincia de Salamanca, utilizando la secuenciación masiva de amplicones del ADNr16S.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han tomado muestras de agua en 21 abrevaderos de diferentes explotaciones de vacuno de carne en régimen extensivo en la provincia de Salamanca. Se han recogido en recipientes estériles de un litro.

Para la extracción del ADN se centrifugó cada muestra a 24000 rpm, durante 30 minutos a 4ºC, mediante una ultracentrífuga Avanti J-30I (Bekman Coulter). Obteniendo un pellet que contendrá toda la masa microbiana contenida en la muestra de agua.

A partir del pellet obtenido se realizó la extracción de ADN, de acuerdo a las instrucciones del Kit DNeasy PowerFoof Microbial Kit (Qiagen, Germany) y la concentración de ADN se determinó mediante un Fluorímetro Qubit 4 (Invi- trogen).

La diversidad microbiana fue estudiada por secuenciación de la región V3-V4 amplificada del gen 16S rRNA usando los cebadores y condiciones de PCR descritos por Klindworth y col. (2013). La multiplexación de muestras, la purificación de bibliotecas y la secuenciación fueron llevadas a cabo como se describe en la "Biblioteca de secuenciación metagenómica 16S. Guía de preparación" de Illumina. Las muestras se secuenciaron mediante la tecnología por síntesis en paralelo en una plataforma MiSeq usando el 2×300 cycle V3 Kit siguiendo los protocolos de secuenciación de Illumina.

Bioinformática y análisis de datos

Para el análisis de 16S ARNr (microbiota) secuenciado, en primer lugar, se usó el paquete DADA2 (Callahan y col., 2016) incluido dentro del software QIIME 2 (Bolyen y col., 2018). Como re sultado se obtuvo una tabla con las secuencias idénticas agrupadas en variantes Amplicon Sequence Variants (ASVs) y, se utilizó un clasificador Bayesiano naive basado en machine learning (Wang y col., 2007) para realizar la asignación taxonómica de los ASVs utilizando la base de datos de SILVA (Quast y col., 2013) como referencia.

Se evaluó la beta diversidad mediante el análisis de Coordenadas Principales (PCoA) usando las distancias de Bray-Curtis. Por último, la composición bacteriana de las muestras fue expresada como abundancia relativa y representada en gráficos de barras a nivel de filo y a nivel de género considerando los 20 más abundantes.

RESULTADOS

Hasta el momento en la mayoría de los trabajos, la determinación de los microorganismos presentes en el agua de bebida, que se encuentra a disposición de los animales, se han realizado utilizando métodos microbiológicos tradicionales dependientes de cultivo. Sin embargo, la mayoría de los microorganismos observables en la naturaleza no se cultivan mediante estas técnicas, por ello estos métodos presentan limitaciones y se ha demostrado que no son confiables para la caracterización microbiana completa de muchos ecosistemas, incluidos los de los alimentos (Pires y col., 2019).

Una alternativa para estudiar este amplio porcentaje de comunidades microbianas que ha permanecido fuera del alcance de la investigación durante años es la secuenciación masiva (Hernández y col., 2020). Estas técnicas permiten llevar a cabo la caracterización de la composición taxonómica de un alimento, así como la determinación de la abundancia relativa de las comunidades microbianas eludiendo el requisito previo del cultivo y la identificación de las especies presentes a posteriori.

No hay un predominio claro de unos grupos bacterianos sobre otros, presentando una alta diversidad. La mayoría de géneros identificados son los típicos del agua y del plancton: *Cyanobium, Verrumicrobiae, Comamonadaceae, Oxalobacteriacea, Polynucleobacter* etc.. Aunque se han encontramos géneros con mayor potencial patógeno entre los grupos más abundantes cómo *Mycobacterium y Aeromonas*. En dos de los puntos se ha identificado el género *Hidrogenophaga*, muy característico de aguas

CONCLUSION

El presente trabajo demuestra que la aplicación de técnicas independientes de cultivo como la secuenciación masiva permite aumentar el conocimiento de la diversidad de especies presentes en la comunidad microbiana del agua de bebida frente a la proporcionada por los métodos microbiológicos tradicionales. Los resultados obtenidos permiten indicar que la microbiota del agua de bebida presenta una alta biodiversidad, lo que indica una buena calidad. En general, los géneros que predominan en abundancia son los habituales en el agua y en el plancton. Cabe resaltar la presencia de géneros con alto potencial patógenos como *Mycobacterium* y *Aeromonas*.

Abstract ID: CO-139
Tipo: Poster
Categoría: Sanidad

DESCRIPCIÓN DEL CUADRO CLÍNICO Y LESIONAL DE LA ENFERMEDAD HEMORRÁGICA EPIZOÓTICA EN EL GANADO VACUNO EN ESPAÑA.

DESCRIPTION OF THE CLINICAL AND LESIONAL CONDITION OF EPIZOOTIC HEMORRHAGIC DISEASE IN CATTLE IN SPAIN.

MARIO ENGUITA LOZANO[1], Joan Pineda[2], Ana Rodriguez Largo[3], Lluís Lujan[4], Carmen carmena[5], Daniel Fernández de Luco[6]

1-AGROAL SA

2-NUGEST

3-Departamento de Patología Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza.

4-Departamento de Patología Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza.

5-Departamento de Patología Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza.

6-Departamento de Patología Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza.

La enfermedad hemorrágica epizoótica (EHE) es una enfermedad infecciosa no contagiosa trasmitida por insectos del género Culicoides, causada por un virus de la familia Sedoreoviridae y género Orbivirus, y que afecta a rumiantes domésticos y salvajes (Matthijnssens et al. 2022). La EHE recientemente ha llegado a España. En noviembre de 2022, se diagnosticaron los primeros brotes en el sur de España asociados al serotipo 8 (MAPA). En este trabajo, ofrecemos un panorama de la patología clínica y de las lesiones macroscópicas relacionadas con la EHE. Se trata de una

recopilación de casos naturales que se presentaron tanto en ganado reproductor como de cebo. Todos los casos expuestos en esta comunicación fueron PCR positivos al virus de la EHE. En vacas, el cuadro clínico era de presentación aguda afectando principalmente a la cabeza, y siendo más grave en vacas nodrizas que de leche. La cabeza se mostraba edematizada con tumefacción variable de los párpados, y una continua y notable cantidad de fluido nasal seromucoso y de saliva. Los cambios presentes en la boca consistieron en: tumefacción de la lengua, petequias, erosiones y úlceras en la mucosa oral y rodete dental. Anorexia, coronitis y laminitis eran también muy manifiestas. Además, detectamos casos de formas puramente hemorrágicas sin lesiones bucales, con 24-48 horas de evolución desde la observación de los primeros síntomas. Finalmente, se observaron animales, especialmente toros, que permanecían en decúbito esternal y no conseguían levantarse. Además del cuadro clínico, se presentaron una serie de trastornos reproductivos acompañado de lesiones en los fetos en diferentes estadios de gestación. En los toros, las valoraciones seminales después de 1-3 meses de la aparición de los primeros casos en la explotación, mostraron un recuento bajo de espermatozoides y poca o nula motilidad. En los terneros de cebo también nos hemos encontrado por un lado con cuadros agudos con una evolución muy rápida y muertes en 24-48h. En estos casos, lo más frecuente era que en el curso normal de entradas a la explotación, se presentaba signos clínicos de una enfermedad respiratoria bovina (ERB) que aparece a la semana de la entrada. Los terneros mostraban disnea moderada, elevada temperatura rectal (>40ºC), tos seca, diferentes grados de inapetencia o decaimiento, y muerte en alto porcentaje pese al tratamiento farmacológico sintomático. Por otro lado, se observaron terneros que presentan descarga nasal serosa de evolución mucosa no amarillenta, hocicos secos, deshidratación leve y fiebre elevada y mantenida durante periodos de hasta 21 días, no remitiendo al uso de AINES. Añadiríamos aquí que se observaron animales que mostraban resistencia a caminar al ser estimulados, una marcha envarada o signos de coronitis o laminitis. Los hallazgos lesionales fueron similares en vacas y terneros de cebo y se describen conjuntamente. En la necropsia, destacó una abundancia de sangre fluida y con dificultades para coagular en el tejido conjuntivo subcutáneo y muscular. Hemorragias en los párpados o incluso ojo eran comunes en terneros. Los linfonodos regionales de la zona del cuello exhibían una hemorragia difusa. En la boca destacaron erosiones y úlceras en el paladar duro con diferente extensión y una lengua con áreas cianóticas o pequeñas hemorragias. Este cuadro hemorrágico continuaba en laringe, tráquea y en la superficie pulmonar. Áreas de consolidación pulmonar, de color violáceo y sección fluida y sanguinolenta se observaron en lóbulos cráneo-ventrales; en algunos casos se extendían por amplias zonas de todos los lóbulos pulmonares. Era también muy característico, la coexistencia con una hiperinsuflación alveolar acompañado de enfisema intersticial y de focos hemorrágicos. En el esófago y abomaso se observaron úlceras con bordes hemorrágicos y también ruminitis. En varios focos situados en la serosa del intestino delgado destacaron hemorragias por diapédesis. Petequias, sugilaciones y sufusiones estaban presentes en pericardio y endocardio en todos los animales necropsiados. En algunos animales gestantes, los fetos y mortinatos también

mostraron hemorragias en la superficie, en cavidad abdominal y torácica y focos necróticos en los cotiledones. Pese a la semejanza de las lesiones respiratorias con lesiones asociadas a enfermedad respiratoria bovina en terneros, en todos los análisis complementarios realizados, los test de PCRs (n=5) solo detectaron en una ocasión virus parainfluenza 3. En todos los casos las muestras fueron negativas a IBR y VRS. En conclusión, los resultados de nuestras observaciones indican que esta enfermedad ha afectado igualmente a vacas como a terneros de engorde. Describimos lesiones similares a otros reportes en vacuno situados en países del arco mediterráneo, pero con mayor gravedad en ganado adulto y también afección severa en terneros de cebo no descrita con anterioridad (Savini et al., 2011; Temizel et al., 2009; Yadin et al., 2008). Las consecuencias del brote de EHE en España tanto para ganado adulto como de cebo, podrían tener un gran impacto en el presente y futuro para el sector bovino español. Referencias:

-Jiménez-Cabello et al. (2023). Epizootic Hemorrhagic Disease Virus: Current Knowledge and Emerging Perspectives. Microorganisms, 11, 1339. -MAPA Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación 2023. https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/sa

nidad-animal/enfermedades/hemorragica-epizootica/Enfermedad_hemorragica_epizootica.aspx. 30 de diciembre de 2023. -Matthijnssens et al. (2022). ICTV Virus Taxonomy Profile: Sedoreoviridae, Journal of General Virology 103:001782. -Savini et al. (2011). Epizootic hemorrhagic disease. Research in Veterinary Science, 91:1-77. -Temizel et al. (2009). Epizootic hemorrhagic disease in cattle, western Turkey. Emerging infectious diseases, 15:317-319. -Yadin et al. (2008). Epizootic hemorrhagic disease virus type 7 infection in cattle in Israel. Veterinary Record, 162:53-56.

Abstract ID: CO-164
Tipo: Poster

Categoría: Sanidad

EL SUBTIPO ST-1 DE MYCOPLASMA BOVIS, CON UNA SUSCEPTIBILIDAD VARIABLE A LAS QUINOLONAS, ESTÁ CIRCULANDO EN ESPAÑA

MYCOPLASMA BOVIS SUBTYPE ST-1, WITH A VARIABLE SUSCEPTIBILITY TO QUINOLONES, IS CIRCULATING IN SPAIN

CHRISTIAN DE LA FE RODRIGUEZ | XOCHITL HERNÁNDEZ | ISABEL PEREZ LOZANO | ANTONIO SÁNCHEZ LÓPEZ | JOAQUIN AMORES INIESTA | JUAN CARLOS CORRALES ROMERO | ANTON ESNAL

Mycoplasma bovis (Mb) es uno de los agentes infecciosos más importantes implicados en el complejo respiratorio bovino. El análisis de las muestras analizadas entre 2016 y 2022 demostró la presencia, endémica en España, de los subtipos ST-2 y ST-3, las cuales presentaban diferencias fenotípicas ligadas a su susceptibilidad a las fluoroquinolonas. Estos resultados originaron el desarrollo de estrategias de control centradas en el uso de terapias dirigidas al diagnóstico previo del subtipo implicado. Estudios microbiológicos realizados en 2023, sorprendentemente, han demostrado por primera vez la presencia Mb del subtipo (ST-1) en terneros con síntomas respiratorios en diferentes zonas del país. El estudio de la concentración mínima inhibitoria (CMI) a un panel de antimicrobianos han demostrado una mínima susceptibilidad antimicrobiana frente a macrólidos, lincomicina o tetraciclinas pero importantes diferencias fenotípicas al utilizar fluoroquinolonas (FLQ), además se observó que no existía ninguna correlación geográfica entre los perfiles de CMI. La secuenciación genómica de 4 regiones (*gyrA, gyrB, parC y parE*) que codifican las regiones determinantes de resistencia a quinolonas (QRDR) puso en manifiesto la presencia de mutaciones acumulativas en 2 cepas aisladas con altas CMIs a FLQ. La presencia de este subtipo complica las opciones diagnósticas de control planteadas frente a este microorganismo.

Abstract ID: CO-165
Tipo: Poster Categoría:
Sanidad

VARIABILIDAD DEL NÚMERO DE INDIVIDUOS INFECTADOS POR MYCOPLASMA BOVIS EN LAS PRIMERAS SEMANAS EN EL CEBADERO

VARIABILITY OF THE NUMBER OF INDIVIDUALS INFECTED WITH MYCOPLASMA BOVIS IN THE FIRST WEEKS IN THE FEEDLOT

CHRISTIAN DE LA FE RODRIGUEZ[1], PATRICIA PANALES[2], ANA GARCÍA-GALÁN[3], JUAN ALCAZAR[4], JUAN CARLOS CORRALES[5], ELENA HERNANDEZ[6], ANTONIO SÁNCHEZ[7], HECTOR RAMÍREZ[8], ANTONIO FERNÁNDEZ[9], XÓCHITL HERNÁNDEZ[10], DAVID DEL OLMO[11], JOAQUÍN AMORES[12], ALEJANDRO SÁNCHEZ[13], GINÉS LUJÁN[14]

1-UNIVERSIDAD DE MURCIA

2-UNIVERSIDAD DE MURCIA

3-JISAP

4-CARGILL SLU

5-UNIVERSIDAD DE MURCIA

6-ADS DE BOVINO DE LORCA Y PUERTO LUMBRERAS

7-UNIVERSIDAD DE MURCIA

8-BOS NOSTRUM

9-ADS DE BOVINO DE LORCA Y PUERTO LUMBRERAS

10-UNIVERSIDAD DE MURCIA

11-JISAP

12-UNIVERSIDAD DE MURCIA

13-BOS NOSTRUM

14-ADS DE BOVINO DE LORCA Y PUERTO LUMBRERAS

Mycoplasma bovis (Mb) es uno de los agentes patógenos del complejo respiratorio bovino, patología que tiene un gran impacto económico en la producción de bovinos de carne en Europa. En algunos casos, los terneros mamones o pasteros que llegan a los cebaderos ya están infectados, pero desafortunadamente no se ha descrito con detalle el desarrollo de la infección por Mb en terneros durante las primeras semanas en el cebadero. El número de terneros infectados por Mb durante el primer mes en el cebadero ha sido analizado en 3 lotes diferentes de terneros procedentes de 3 cebaderos distintos situados en Valencia (n=1) y Murcia (n=2) en 5 tiempos (t0 a t5). Los resultados obtenidos muestran que existen diferencias entre los tres lotes en relación con el número inicial de terneros infectados (t0), observándose una sintomatología más precoz y grave en el lote con mayor número de infectados en ese momento. Además, en los 3 lotes se observó que el número de terneros infectados por Mb se incrementa con el tiempo (t0 a t5), sugiriendo la importancia de estas primeras semanas de cebo en la transmisión de este agente patógeno.

Abstract ID: CO-125
Tipo: Poster Categoría:
Sanidad

IMPORTANCIA DE LAS INFECCIONES MIXTAS EN TERNEROS NEONATOS CON DIARREA DEL NOROESTE DE ESPAÑA

IMPORTANCE OF MIXED INFECTIONS IN DIARRHOEIC NEONATAL CALVES FROM NORTH-WESTERN SPAIN

Pablo Díaz Fernández | Ceferino Manuel López | Cynthia Lopez-Novo | Patrocinio Morrondo | David García Dios | Rosario Panadero | Jose Manuel Díaz Cao | Gonzalo Fernández | Susana Remesar | Pablo Díez Baños | Gonzalo López Lorenzo | Alberto Prieto

1-Universidade de Santiago de Compostela

2-Universidade de Santiago de Compostela

3-Universidade de Santiago de Compostela

4-Universidade de Santiago de Compostela

5-Universidade de Santiago de Compostela

6-Universidade de Santiago de Compostela

7-Universidade de Santiago de Compostela

8-Universidade de Santiago de Compostela

9-Universidade de Santiago de Compostela

10-Universidade de Santiago de Compostela

11-Universidade de Santiago de Compostela

12-Universidade de Santiago de Compostela

La diarrea neonatal del ternero es la principal causa de mortalidad en terneros menores de 30 días de vida, generando notables pérdidas económicas en las explotaciones afectadas. Su abordaje clínico es complicado al tratarse de un proceso multifactorial y plurietiológico; así, se ha comprobado que diversos agentes bacterianos, víricos y parasitarios pueden estar implicados en su aparición. La mayoría de los estudios sobre este proceso suelen centrarse en un único enteropatógeno, aunque se ha demostrado que, en general, los brotes son el resultado de infecciones mixtas, que además dan lugar a signos clínicos de mayor gravedad. Por lo tanto, ante la aparición de un brote, la identificación de todos los agentes implicados es de suma importancia para implementar las medidas de control más adecuadas, incluyendo los tratamientos específicos. Sin embargo, los paneles diagnósticos de rutina empleados en la mayoría de los laboratorios tan sólo incluyen los cuatro enteropatógenos más comúnmente asociados al proceso (Escherichia coli enterotoxigénica, Rotavirus A bovino, Coronavirus bovino y Cryptosporidium parvum), sin tener en cuenta otros patotipos diarreagénicos de E. coli, Salmonella spp., Giardia duodenalis, Eimeria spp. y virus emergentes, como los Torovirus, Norovirus y Nebovirus bovinos. Además, conocer las co-infecciones más frecuentes resulta esencial para determinar la existencia de interacciones sinérgicas o antagónicas entre los agentes implicados. Por todo ello, el objetivo de este estudio fue conocer la importancia y composición de las infecciones mixtas en terneros diarreicos neonatos del noroeste de España. Para ello, se recogieron 420 muestras fecales de terneros menores de un mes con diarrea en granjas del noroeste de España, en las que se determinó la presencia de 13 enteropatógenos diferentes. Primeramente, dichas muestras se cultivaron en medios selectivos para aislar E. coli y Salmonella spp. A continuación, para identificar la presencia de patotipos diarreagénicos de E. coli, se efectuó una qPCR para detectar ocho factores de virulencia, mientras que el aislamiento de Salmonella spp. se confirmó empleando una prueba comercial de antisuero aglutinante. Por su parte, Rotavirus A, Coronavirus, Torovirus, Norovirus y Nebovirus se detectaron directamente a partir de las muestras fecales mediante qPCR. Finalmente, se empleó la inmunofluorescencia directa para identificar los ooquistes de C. parvum y los quistes de G. duodenalis, mientras que los ooquistes de Eimeria spp. se evidenciaron mediante la técnica de flotación. Nuestros resultados confirman que los brotes diarreicos en terneros neonatos son, en la inmensa mayoría de las ocasiones, la consecuencia de infecciones mixtas, pues en el 82,1% de las

muestras analizadas se detectaron al menos dos patógenos. La importancia de estas co-infecciones se incrementó con la edad; así, fueron especialmente frecuentes en los animales de tres (94,3%) y cuatro (95,7%) semanas de edad. Se identificaron 172 combinaciones de patógenos constituidas por hasta siete agentes diferentes, siendo las integradas por dos

(27%), tres (33,6%) o cuatro (21,4%) enteropatógenos las más frecuentes. En cuanto a la composición de las combinaciones identificadas, las más abundantes estaban integradas por uno o varios virus y C. parvum (20,9% del total de infecciones mixtas). Así, Norovirus, Rotavirus A y C. parvum constituyeron la combinación más frecuente en este estudio, y junto con Nebovirus formaron la tercera co-infección más abundante; esta frecuente asociación entre los agentes víricos, especialmente Norovirus y Nebovirus, y C. parvum podría deberse a una acción inmunosupresora de los virus que permita un óptimo desarrollo del ciclo de este protozoo. En el caso de los calicivirus, esta hipótesis se vería apoyada por resultados previos que muestran que su prevalencia es elevada en animales sanos. Finalmente, todos los enteropatógenos detectados formaron parte de infecciones mixtas en más de un 85% de los casos, aunque es especialmente destacable el caso de Torovirus, que se detectó exclusivamente en co- infecciones, así como Nebovirus y G. duodenalis, que se encontraron en combinación con otros agentes en un 98,9% y 98,6% de los casos, respectivamente. Teniendo en cuenta que la mayoría de los análisis que se realizan en los laboratorios sólo incluyen cuatro enteropatógenos, la gran diversidad de combinaciones detectada en este trabajo indica que, con frecuencia, el diagnóstico etiológico de los brotes de diarrea neonatal es incompleto. Por ello, nuestros resultados muestran que es recomendable ampliar los paneles diagnósticos de rutina para incrementar su fiabilidad y mejorar, de este modo, el diagnóstico etiológico de los brotes de diarrea neonatal. No obstante, para optimizar las estrategias de control que se aplican en las explotaciones, es igualmente importante la realización de una buena anamnesis que permita detectar otros factores dependientes del animal o el ambiente que pueden resultar determinantes para la aparición de este proceso.

Abstract ID: CO-126 Tipo: Poster

Categoría: Calidad de Leche

EVALUACIÓN DEL MICROBIOMA DE SÓLIDOS DE ESTIÉRCOL RECICLADO SUPLEMENTADOS CON BIOCARBÓN COMO LECHO PARA VACAS

MICROBIOME ASSESSMENT OF BIOCHAR-SUPPLEMENTED RECYCLED MANURE SOLIDS AS COW BEDDING

Ricardo Bexiga[1], David Fangueiro[2], Joana Fernandes Guerreiro[3], Manuela Oliveira[4], Lélia Chambel[5], Luís Tavares[6], Ana Esteves[7], Pedro Pascoal[8], Mónica Nunes[9], Ricardo Dias[10], Ana José Pires[11], Marcelo Pereira[12]

1-Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa

2-LEAF Research Center, Terra Associate Laboratory, Instituto Superior de Agronomia

3-CIISA - Center for Interdisciplinary Research in Animal Health

4-CIISA - Center for Interdisciplinary Research in Animal Health

5-Biosystems and Integrative Sciences Institute

6-CIISA - Center for Interdisciplinary Research in Animal Health

7-CIISA - Center for Interdisciplinary Research in Animal Health

8-Centro de Testes de Ciências, University of Lisbon

9-Centro de Testes de Ciências, University of Lisbon

10-Biosystems and Integrative Sciences Institute (BioISI), Faculty of Sciences

11-CIISA - Center for Interdisciplinary Research in Animal Health

12-Centro de Testes de Ciências, University of Lisbon

The intensification of dairy production with animal confinement generates a large quantity of manure that, when poorly managed, can have undesirable environmental impacts. An attractive alternative that has emerged for recycling these substantial amounts of animal manure produced daily in dairy farms, is the use of Recycled Manure Solids (RMS) as bedding material. However, this ecological strategy that has several advantages, such as its reduced costs and high availability, as well as the fact that its use has been associated with increased cow well-being, is not without its risks. In fact, being the solid fraction of cows' manure, RMS can present high levels of pathogenic bacteria and be responsible for an increase in mastitis cases or contribute to the dissemination of antimicrobial resistant bacteria and genes, which poses a risk to farm personnel, animals, and the environment. To tackle this problem, one innovative strategy that has emerged for manure reuse and recycling is the use of biochar, an inorganic char coproduct obtained from thermochemical processing of biomass that may eliminate relevant bacterial species when added to animal waste.

In this line of thought, the objective of our work was to evaluate the potential of RMS supplemented with a pine biochar produced in Portugal as a new cow bedding material. In particular, an incubation experiment was designed and conducted to assess the effect of biochar addition on the microbiome of RMS. For that, fresh RMS samples were collected on a commercial dairy farm after liquid-solid fraction separation, and placed in naturally-ventilated containers, which were then incubated in conditions as similar as possible to those found during regular farm husbandry. Triplicate containers were prepared for 4 different conditions: 1–non-supplemented RMS (kept as a negative control); 2-RMS supplemented with 2.5% (w/w) of biochar; 3-RMS supplemented with 5% (w/w) of biochar; and 4-RMS supplemented with 10% (w/w) of biochar. This experiment was performed during two distinct periods: April-May (humid season) and June-July (dry season). Composite RMS samples from each condition (10 g of bedding material), collected at four timepoints (days 0, 5, 15, 30) from different locations in the containers, had their microbiome profile determined by performing 16S rRNA amplicon sequencing using Nanopore PromethION platform.

In general, the results obtained showed that biochar supplementation had a clear impact in the microbiome of RMS, affecting not only those populations' diversity but also the relative abundance of relevant pathogenic bacteria. In particular, long-term storage (30 days) was found to be more beneficial than short-term storage, for both seasons. That effect was also more evident for samples supplemented with 2.5% biochar. For samples collected in the dry season, RMS supplementation

with 2.5% biochar led to decreased microbiome diversity and reduced abundance of the Enterobacteriaceae and Staphylococcaceae families (by 38% and 80% when compared with the negative control, respectively), which include several known agents of mastitis in dairy cows. In the humid season, under these same conditions, a 23% decrease was found for the relative abundance of members of the Enterobacteriaceae family, while biochar supplementation also led to undetectable levels of species of the Enterococcaceae family. Unexpectedly, under those conditions, we also observed an increase in the abundance of the Brucellaceae family (of 50% and 160% in the dry and humid seasons, respectively), which includes important infectious agents, highlighting the need for caution when using this type of approach as the changes induced by biochar treatment are complex and should be analyzed as a whole to ensure the safe and sustainable use of this environmental-friendly resource in animal production.

Abstract ID: CO-183
Tipo: Poster

Categoría: Calidad de Leche

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA LECHE DESDE 2011 A 2022 EN EL NORTE DE PORTUGAL

THE EVOLUTION OF THE MILK PRODUCTION AND QUALITY FROM 2011 TO 2022 IN NORTH PORTUGAL

Cátia Lemos | Joaquim Orlando Oliveira Cerqueira | Luis Angel Quintela

1-Universidad de Santiago de Compostela, Departamento de Patología Animal, Campus Terra de Lugo, España

2-Escuela Superior Agraria del Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Refóios do Lima, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal

3-Universidad de Santiago de Compostela, Departamento de Patología Animal, Campus Terra de Lugo, España

Durante los últimos treinta y seis años (1980-2015), Portugal duplicó su producción de leche (112,5%), fortaleciendo la autosuficiencia (el mayor incremento se logró en 2015). Esta evolución fue impulsada por la disminución del consumo desde 2005 y la profunda reestructuración del sector que en veinticinco años (1989-2013) aumentó más de ocho veces el tamaño medio de las explotaciones (de cuatro vacas lecheras a treinta y cuatro) y promovió la especialización a un nivel que permitiera competir con los socios europeos (INE, 2016). Esta reestructuración del sector durante más de veinticinco años y la falta de datos estadísticos al respecto en el Norte de Portugal nos impulsaron a realizar este estudio con el fin de evaluar si esta evolución en la producción de leche también se reflejó en su calidad.

Este estudio tiene como objetivo evaluar la evolución de la producción y calidad de la leche desde 2011 hasta 2022 en el Norte de Portugal, en vacas Holstein Frisia.

A partir de una base de datos proporcionada por ABLN (Asociación para el Apoyo a la Bovinicultura Lechera del Norte) con 751523 controles lecheros de vacas de raza Holstein Frisia, de la región Norte de Portugal, distribuidos entre 2011 y 2022, se evaluaron los siguientes parámetros: Producción de leche a los 305 días (Pro305), contenido de grasa a los 305 días (G305), contenido de proteínas a los 305 días (P305) y Recuento de células somáticas (RCS).

Para los siguientes parámetros cualitativos (Pro305, G305, P305), se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) de un factor como método estadístico, utilizando para ello 81313 lactaciones, evaluando el efecto del año del primer control en los parámetros mencionados.

Los resultados comparando los años 2011 y 2022 fueron los siguientes: Pro305 (9366,25±1712,92 vs 10836,25±2010,57 kg), G305 (3,58±0,70 vs 3,75±0,70%) y P305 (3,29±0,24 vs 3,29±0,23%). La producción

y el contenido de grasa aumentaron gradual y significativamente ($p<0,05$), mientras que el contenido de proteínas disminuyó significativamente entre los años 2016 y 2018, manteniéndose similar en los años restantes, dentro de los valores de referencia normales para la raza.

Para el análisis estadístico del último factor de calidad el RCS, se utilizó el método estadístico Chi2, utilizando 751523 controles lecheros, evaluando la RCS en cada muestra de leche, a lo largo de los años estudiados.

Los resultados obtenidos muestran que en el período de 2011 a 2022, el porcentaje de vacas con mastitis (>200000) se mantuvo bastante estable, entre el 20% y el 25%. Sin embargo, los resultados indican un efecto significativo ($p<0,05$) del año. Los años 2015 a 2021 muestran las prevalencias más bajas, mientras que los años 2011 a 2014 y el 2022 presentan las prevalencias más elevadas.

Estos resultados reflejan la progresiva especialización del sector con las explotaciones que han permanecido activas hasta el día de hoy, logrando tener efectivos de mejor calidad genética y, por consiguiente, más productivos, donde se han introducido mejoras en el control sanitario, la alimentación animal y la genética. Comparando los resultados entre el Norte de Portugal y Galicia (Pro305: 9182 vs 10890 kg); G305: 3,75 vs 3,90% y P305: 3,17 vs 3,31%, datos de los años 2011 y 2022 respectivamente, obtenidos de la memoria de la Asociación Provincial de Criadores de Frisia de La Coruña para el Control Oficial de Rendimientos del 2022), observamos uma evolución similar en la producción y P305, aunque algo inferior en G305. Diferencias en el manejo y la alimentación podrían contribuir a esta diferencia.

En los últimos veinticinco años, los cambios en las explotaciones lecheras a nivel de instalaciones, manejo reproductivo, manejo alimenticio, implementación de programas de mejora genético y certificación del bienestar animal, han permitido

obtener estos resultados en el Norte de Portugal, resultado de un largo y valorado trabajo en equipo del sector agropecuario.

Em conclusión, en la última década, en el Norte de Portugal, la producción de leche se ha incrementado significativamente, tanto en cantidad (15,7%) como en calidad (4,7% em Grasa), a nivel similar a la zona con mayor relevancia en la producción de leche de España (Galicia), que además es limítrofe con el Norte de Portugal.

Abstract ID: CO-140
Tipo: Poster Categoría:
Cebo

ADAPTACIÓN DE TERNEROS CHAROLAIS DESPUÉS DE UN TRANSPORTE LARGO: EFECTOS DE LA LEVADURA SACCHAROMYCES CEREVISIAE CNCM I-1077 CON LEVADURA SELENIZADA SOBRE PARÁMETROS SANGUÍNEOS Y RUMINALES

LONG-DISTANCE TRANSPORT OF CHAROLAIS BULLS TO THE FATTENING UNIT: IMPACT OF LIVE YEAST AND SELENISED- YEAST ON BLOOD AND RETICULO-RUMEN PARAMETERS AT ADAPTATION PERIOD

Marine Gauthier[1], Alberto Guerra[2], Matteo Santinello[3], David Terán[4], Mauro Penasa[5], Giulio Cozzi[6], Isabella Lora[7], Paula Soler[8], Massimo De Marchi[9], Clothilde Villot[10]

1-Lallemand Animal Nutrition

2-University of Padova

3-University of Padova

4-Lallemand Animal Nutrition

5-University of Padova

6-University of Padova

7-University of Padova

8-Lallemand Animal Nutrition

9-University of Padova

10-Lallemand Animal Nutrition

Long-distance transport, cominglingand receiving phase at the fattening unit are sources of stress for young beef cattle. This randomised controlled study involved 80 Charolais young bulls that underwent 12 hours of transport from France to Italy and aimed at testing whether the animals have some benefits from the supplementation of live yeast and selenium through slow-release nutritional boluses. The bulls were randomly allocated into two supplementation groups of 40 animals each, named Yeast and Control groups. Bulls of the Yeast group received two slow-release ruminal boluses before leaving France and live yeast was also supplemented in the receiving diet once arrived in Italy. The supplementation Yeast consisted of a live yeast Saccharomyces cerevisiae CNCM I-1077 and selenium-enriched yeast Saccharomyces cerevisiae NCYC R397. Individual BW and blood metabolic profile were assessed before leaving the French commingling centre (d-1), at the arrival to the Italian fattening unit (day 0) and after 7 d (day 7). The rumen environment was continuously monitored through reticulo-rumen sensors (SmaXtec) that measured pH (n=26), temperature (n=34) and rumination (n=34) in a subsample of 60 bulls, equally distributed between Yeast and Control groups. Supplementation did not affect BW loss during transportation (-27 kg) or BW recovery (ADGd0-7=2.32 kg/d) after 7 days. Bulls fed Yeast tended to increase blood glucose (5.06 vs 4.92

mmol/L for Control group; p=0.07) and increased blood selenium content (73.4 vs 57.5 µg/L; p<0.01), which can potentially benefit animal for stress recovery. Reticulo-rumen data shows that supplementation stabilised the rumen environment by limiting the daily pH amplitude (p<0.05) and the inter-animal variability (p<0.01). The Yeast group tended to increase the time spent ruminating (+32 minute/day; p=0.09) at day 7 compared with Control group. More stable ruminal conditions represent an important support for beef cattle health during the receiving period at the fattening unit, when animals face the delicate transition to the fattening unit.

Abstract ID: CO-177
Tipo: Poster

Categoría: Cirugía y Podología

USO DE LA TERMOGRAFÍA INFRARROJA PARA LA DETECCIÓN DE LESIONES PODALES EN VACAS

DETECTION OF FOOT PATHOLOGIES IN COWS USING INFRARED THERMOGRAPHY

Carlos C. Pérez Marín | Pedro Salamanca | Mª José Cejudo Fernández | Miguel López Navarro | Victor Villasmil López

1-Universidad de Córdoba

2-Servet Pedroches, SL

3-Servet Pedroches, SL

4-Servet Pedroches, SL

5-Servet Pedroches, SL

Las enfermedades podales tienen una importante repercusión negativa en el ganado de vacuno lechero y conlleva cuantiosas pérdidas económicas asociadas al descenso en su producción y en su capacidad reproductiva. Por ello, estas alteraciones son una de las principales causas de eliminación prematura de animales en una explotación. Su importancia económica se atribuye al elevado coste que supone el tratamiento y control, la disminución de la capacidad reproductiva y de la producción láctea, el desecho de los animales que la padecen, así como el descenso del valor de la canal de las vacas cojas. Esta enfermedad implica dolor y cambios en la locomoción, por lo que afecta a la salud de los animales y es necesario tenerla en cuenta para mantener el bienestar. El objetivo de este estudio fue determinar si existían diferencias de temperatura entre pezuñas sanas y aquellas en las que se diagnosticaron patologías podales. Para ello, se registraron las temperaturas de las patas anteriores y posteriores de 68 vacas holstein mediante termografía infrarroja. Se tomó la temperatura a nivel de la banda coronaria, cara plantar de la cuartilla (CPC), pared y suela de la pezuña, y se determinó el tipo de lesión podal existente. Mediante curvas ROC se estableció la temperatura de corte a partir de la cual se clasificarían las pezuñas como sanas o patológicas. Para estas temperaturas de corte se determinó la prevalencia, sensibilidad y especificidad. Se utilizó el nomograma de Fagan para evaluar si la termografía aumentaba la probabilidad diagnóstica de las lesiones podales frente a la observación visual. Por último, se calcularon las temperaturas medias para cada lesión diagnosticada.

En cuanto a la dermatitis digital, se observó que la temperatura media a nivel de la banda era de 27,6±0,8ºC y de 28,9±0,6ºC en la CPC. Respecto a la hemorragia de la suela, el resultado fue de 18,5±7,1ºC y 20,6±5,5ºC en banda y cuartilla, respectivamente. En la úlcera típica se midió una temperatura de 30,1±1,2ºC en la banda coronaria y 31,3±1,2ºC en la región plantar de la cuartilla. En la enfermedad de la línea blanca se registró una temperatura de 27,9±0,9ºC en banda y de 28,9±0,1ºC en la cuartilla. Por otro lado, se observó que en el flemón interdigital, la temperatura en la zona de la banda coronaria fue 32,5±0,5ºC mientras que para la CPC fue de 31,4±1,4ºC. Para la úlcera de punta se obtuvo una media de 31,2±1,2ºC y 29,1±2,0ºC en banda y cuartilla, respectivamente. Por último, en el caso de la úlcera de talón y el absceso de pared solo encontramos un caso de cada patología en las vacas estudiadas; se registró una temperatura de 28,4ºC en la banda y de 24ºC en la cuartilla en el primer caso, y de 29,6ºC en banda y de 26,4ºC en la cuartilla para la segunda patología. Respecto a las distintas localizaciones anatómicas evaluadas mediante termografía, se puede concluir que tanto la banda coronaria como la CPC son regiones aptas para evidenciar cambios térmicos. Sin embargo, la banda coronaria, al estar recubierta de escasa cantidad de pelo representará de forma más efectiva las modificaciones de temperatura que ocurran en la pezuña, además de ser una zona más accesible para tomar las imágenes con la cámara termográfica. El presente estudio mostró que existen diferencias termográficas entre patas sanas y enfermas, independientemente del tipo de lesión podal presente. Por tanto, la termografía infrarroja puede proponerse como una herramienta de apoyo para el diagnóstico precoz de lesiones podales, las cuales tienen una gran repercusión sobre la economía de las explotaciones de vacuno lechero.

Abstract ID: CO-182
Tipo: Poster Categoría:
Extensivo

EL EFECTO DEL GEN CULÓN EN LA RAZA BRUNA DELS PIRINEUS

THE EFFECT OF THE MUSCULAR HIPERTROPHY GEN IN THE BRUNA DELS PIRINEUS BEEF CATTLE BREED

MARTA FINA PLA[1]

1-UAB / FEBRUPI

El gen de la miostatina bovina (MSTN) es el responsable del carácter culón en varias razas europeas, tanto españolas (Asturiana de los Valles, Pirenaica) como belgas (*Belgian Blue*), italianas (Piamontesa, *Marchigiana*) o francesas (*Charolais*, *Limousine*). Está presente en razas donde su sistema productivo tiene como mayor producto de importancia comercial el ternero destetado. La mutación del gen de la miostatina (*mh*) origina un desarrollo muscular exagerado manifestándose el carácter culón, especialmente en el tercio posterior. El incremento muscular vendría originado por presentar hiperplasia (incremento en número) e hipertrofia (incremento en el diámetro) de las fibras musculares (Swatland, 1994). Es un carácter genético que ha orientado la selección para obtener mejores rendimientos cárnicos (mayor rendimiento, mejor conformación y porcentaje de magro).

En este sentido, la *Federació de la Vaca Bruna dels Pirineus* (FEBRUPI) inició un programa de genotipado para el gen MSTN en los terneros machos en testaje con el objetivo de aportar información adicional al programa de mejora genética. A partir de la información de genotipado de los toros este estudio analiza el efecto del genotipo del gen MSTN sobre caracteres de producción (peso al nacimiento y al destete, y crecimiento hasta el destete de los terneros) y reproducción (facilidad de parto) de su progenie. El análisis ha sido realizado a partir de los registros del *Programa de Control de Rendiments i Millora* de la raza, cuya área de dispersión son los Pirineos y Prepirineos de Catalunya.

Se analizaron 14.547 datos de peso al nacimiento (PN), 10.564 datos de peso al destete normalizado a 185 días (PD), 10.441 datos de crecimiento hasta el destete (CR), y 14.904 datos de facilidad de parto (FP). Estos datos corresponden a los hijos de 241 toros genotipados para el gen culón que salieron de la selección de sementales jóvenes del centro de testaje de la raza, registrados en 123 explotaciones de 12 comarcas catalanas entre los años 2005 y 2023. Los modelos de análisis fueron analizados con el programa R (https://www.r-studio.com/es/). En este estudio, se ha testado el efecto del gen MSTN a partir del genotipo del padre. Esto implica una pérdida sustancial de información al desconocer el genotipo del ternero en cuestión e ignorar, al no disponer de él, del genotipo de la vaca. No obstante, aunque esto reduce la potencia del análisis, las estimas obtenidas no deberían sufrir sesgos sustanciales. Los resultados obtenidos mostraron diferencias significativas en el PN (kg) entre la progenie de animales salvajes (+/+) y portadores (*mh*/+) (44,02 vs 45,05; P<0,05) y en la FP (+/+: 1,10 vs *mh*/+: 1,15; P<0,05), pero no para el PD (kg) (+/+: 233,15 vs *mh*/+: 230,61; P>0,05) ni para el CR (kg) (+/+: 1,02 vs *mh*/+: 1,00; P>0,05). Estos resultados coincidieron con los descritos por Goyache et al., (2002) en Asturiana de los Valles, dónde encontraron diferencias significativas en el PN entre animales normales y portadores (+/+: 39,7 kg vs *mh*/+: 42,1 kg). Otros trabajos reportaron esta misma tendencia de mayores PN en los animales portadores (Casas et al., 1998; Arthur et al., 1995; Short et al., 2002). A diferencia de nuestros resultados, Casas et al. (2004) describieron en las razas *Charolais* y animales cruzados de *Belgian Blue* con razas británicas que los portadores del gen de la miostatina eran más pesados al destete que los animales salvajes. Es de resaltar una extremada conformación, elevado rendimiento a la canal (las vísceras se ven reducidas) e incremento de la proporción de los cortes valiosos en los animales culones (Ménissier, 1982). También se ha descrito un incremento aproximado del 20 % de la cantidad de magro en el músculo, canales más cortas y compactas, con un aumento en la proporción de músculo con menos hueso y grasa (Geay et al., 1982), menos grasa intramuscular y carnes más tiernas y pálidas (Boccard, 1982), características interesantes que dan un valor añadido en las canales y su repercusión en el precio de venta al mercado. Un aspecto negativo

de la cularidad es su influencia sobre los caracteres reproductivos y maternales de las vacas de cría. Las hembras culonas presentan mayor dificultad al parto, descenso de la producción de leche y menor precocidad sexual (Ménissier, 1982) Además, se asocia con problemas como la reducción de la fertilitat, problemas en el parto, una menor viabilidad de los terneros y un incremento en la susceptibilidad al estrés (Arthur et al., 1988).

Teniendo en cuenta todas estas características de los animales culones es esencial establecer un equilibrio balanceado para adoptar una adecuada selección de los animales. En la raza *Bruna dels*

Pirineus se da la información del genotipado de los sementales para que los ganaderos escojan qué tipo de animal quiere en su rebaño, siendo la elección mayoritaria adquirir animales libres del gen pero con gran desarrollo muscular.

Abstract ID: CO-171
Tipo: Poster Categoría:
Medicina

PULMÓN O CORAZÓN: DETENGÁMONOS EN LA EXPLORACIÓN FÍSICA

LUNG OR HEART: LET\'S FOCUS ON THE PHYSICAL EXAMINATION

Flor Gómez-González | Marta Miranda | Germán Santamarina | Lucas Rigueira

1-Hospital Veterinario Universitario Rof Codina, Facultad de Veterinaria, USC, Campus Terra, Lugo

INTRODUCCIÓN

Son numerosas las veces que tenemos fracasos terapéuticos y recidivas en terneros con neumonías que solemos asociar a resistencias a antibióticos o a no identificar el agente etiológico (1). No obstante, esta reincidencia puede deberse a errores diagnósticos, ya que no es habitual pensar en la posible presencia de una patología cardíaca congénita (2). Sin embargo, la prevalencia de los defectos cardíacos congénitos en ganado vacuno es del 0.2% al 2.7%, siendo tanto su identificación como su tratamiento un reto, ya que, la incidencia real está subestimada debido a las limitaciones para llegar a un adecuado diagnóstico (3).

El objetivo de este trabajo es poner en evidencia que muchas neumonías que fracasan están relacionadas con fallos cardíacos congénitos infradiagnosticados; y hacer hincapié que ante una recidiva es muy importante una buena exploración cardíaca y tratar de localizar si hay un soplo, para posteriormente concluir un diagnóstico con ecocardiografía y/o necropsia.

DESCRIPCIÓN CASOS

Se describen 3 casos clínicos de cardiopatías congénitas (2 defectos de septo ventricular (DSV) y 1 caso de doble salida del ventrículo derecho (DSVD)) diagnosticadas por el Servicio de Animales de Renta del Hospital Veterinario Universitario Rof Codina (HVU-RC) de la Facultad de Veterinaria, Lugo. En los tres casos se solicita el servicio veterinario para atender una supuesta neumonía que no responde a tratamiento. Todos muestran inicialmente una sintomatología muy parecida, destacando un importante retraso en el crecimiento, mal aspecto del pelo y apatía. Todos fueron normotérmicos y presentaban disnea en diferente grado con taquipnea y tos, que se agravaba con la actividad física o al comer. Además, presentaban ligera palidez de las mucosas, distensión abdominal y, lo más destacable fue la presencia de soplo cardíaco intenso de grado V a VI, con o sin frémito. Todas las patologías fueron diagnosticadas, tras las sospechas de la exploración física, mediante ecocardiografía, y posterior confirmación por necropsia.

DISCUSIÓN

Como se dijo anteriormente, el diagnóstico y tratamiento de estas patologías cardíacas congénitas en ganado vacuno es un gran reto debido a las limitaciones económicas al tratarse de animales de producción, lo que implica que no siempre disponemos de los medios adecuados para identificar y tratar este tipo de defectos. A esto se suma, que la patología más común asociada con estas anormalidades cardíacas es la presencia de neumonía, como bien concluyeron Buczinski et al. (2), analizando 25 casos de novillas y terneras que presentaban DSV. Llegaron a esta conclusión porque uno de los motivos de consulta más frecuentes era la dificultad respiratoria, al igual que ocurre con nuestros casos clínicos. Esto se relaciona con que los defectos cardíacos acaban provocando hipertensión y edema pulmonar, con pronunciado esfuerzo respiratorio que simula la presencia de una neumonía. En ganado vacuno, el defecto congénito más común es el DSV debido a que se suele identificar solo o en combinación con otras anomalías como la transposición de los grandes vasos, la dextraposición de aorta, conducto arterioso persistente o anomalías de válvulas cardíacas, entre otras (2-6).

Por ello recalcamos la importancia de una adecuada anamnesis y exploración física de los animales, destacando la habilidad de identificar un murmullo o soplo cardíaco (2, 3). Esto en ocasiones es complicado porque los estertores pulmonares interfieren en la exploración. Sin embargo, con técnicas avanzadas como la ecocardiografía, la más específica y sensible para detectar estos defectos, podemos conseguir un diagnóstico temprano evitando pérdidas económicas por tratamiento y mantenimiento de animales que acaban siendo sacrificados (3,7). Para la realización de esta prueba complementaria no será necesario que el ganadero invierta una gran suma de dinero, ya que los veterinarios clínicos de campo habitualmente tienen un equipo ultrasonográfico con sonda rectal de alta frecuencia (3.75-5MHz), usadas para control de reproducción, y estas pueden permitirnos una adecuada penetración, en el caso de terneros, para realizar una ecocardiografía (7). En conclusión, para evitar estos fallos diagnósticos deberíamos realizar siempre una adecuada anamnesis y una completa exploración física tratando de valorar si se ausculta un soplo, y en caso de ser positivo realizar una ecocardiografía.

BIBLIOGRAFÍA

1. Booker CW, Lubbers B V (2020). https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2020.03.007
2. Buczinski S, et al. (2006). PMCID: PMC1371053
3. Caivano D et al. (2023). https://www.largeanimalreview.com/index.php/lar/article/view/613/215
4. Millar M, et al. (2021). https://doi.org/10.1002/vetr.701
5. Ohwada K, Murakami T (2000). https://doi.org/10.12935/jvma1951.53.205
6. Buczinski S, et al. (2010). https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2009.05.005
7. Buczinski S (2009). https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2009.07.010

Abstract ID: CO-180
Tipo: Poster Categoría:
Nutrición

RELACIÓN DEL BALANCE REDOX Y EL BIENESTAR SOBRE LA INCIDENCIA DE TONGUE ROLLING EN VACAS DE APTITUD CÁRNICA SUBNUTRIDAS Y SUPLEMENTADAS CON HIDROXITIROSOL DURANTE EL ÚLTIMO TERCIO DE LA GESTACIÓN

RELATIONSHIP BETWEEN REDOX BALANCE AND WELFARE ON THE INCIDENCE OF TONGUE ROLLING IN NUTRIENT- RESTRICTED BEEF COWS SUPPLEMENTED WITH HYDROXYTYROSOL DURING THE LAST THIRD OF PREGNANCY.

Escalera-Moreno[a] N., Álvarez-Rodríguez[a] J., Villalba[a] D., Molina[a] E. Martín-Alonso[a] M.J., López de Armentia[b] L., Sanz[b] A., Serrano-Pérez[a] B.

[a]Dpto. de Ciencia Animal, Universidad de Lleida, 25198 Lleida, España;

[b]CITA de Aragón - IA2 (Universidad de Zaragoza), 50059 Zaragoza, España.

Póster presentado por Beatriz Serrano Pérez

El *tongue rolling*(TR) es una estereotipia oral típica en bovino que consiste en el movimiento constante de la lengua dentro o fuera de la cavidad oral sin ninguna función u objetivo. La aparición de TR se ha asociado a diversas causas como la alimentación, la etapa de la lactación, la edad, la raza, el entorno, la socialización, el estrés y la frustración. Sin embargo, un desequilibrio en la alimentación parece ser el factor más importante. Según un estudio preliminar (datos no publicados) con un mayor número de animales, las vacas nodrizas que fueron subnutridas durante el último tercio de gestación mostraron mayor riesgo de presentar TR. El objetivo de este estudio fue analizar el efecto de la expresión de genes relacionados con el balance redox y el bienestar sobre la incidencia de TR en vacas subnutridas y suplementadas con hidroxitirosol durante el último tercio de la gestación. En el estudio se incluyeron 56 vacas gestantes multíparas (5-11 años) de las razas Parda de Montaña (n=34) y Pirenaica (n=22). Al final de la estación de pastoreo, las vacas se estabularon y se distribuyeron aleatoriamente en 4 grupos siguiendo un diseño factorial de 2x2, según el nivel de alimentación (100% (n=25) vs. 60% (n=31) necesidades energéticas cubiertas), y el aporte de HT (Control (n=30) vs. HT (n=26), correspondiente a 0 y 178 mg HT/kg unifeed, respectivamente) desde la semana (s) 28 de gestación hasta el parto (s40). Se tomaron muestras de sangre en tubos Tempus Blood RNA (Applied Biosystems, Foster City, CA) de la vena coccígea la s34, s37 y s40. Se extrajo el ARNm a partir de las muestras, se transcribió a ADNc y se caracterizó la expresión génica mediante PCR cuantitativa de la superóxido dismutasa (SOD) 1, SOD 2, catalasa (CAT), glutatión peroxidasa (GPX) 1, como indicadores del balance redox, y la haptoglobina (HP) y el receptor del glucocorticoide alfa (GRα) como indicadores de bienestar. Los datos se analizaron con el programa JMP Pro16 (SAS Institute Inc. Cary, NC, EEUU), utilizando modelos mixtos con medidas repetidas que incluyeron como efectos fijos la semana, la alimentación, la suplementación con HT, la incidencia de TR, así como sus interacciones. La comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey. La incidencia de TR en la población de estudio fue del 30% (16% de las vacas 100%, y 42% de las vacas 60%), tanto de la raza Parda de Montaña (29%) como de la raza Pirenaica (31%), y con una edad media de 7 años (de un rango de 5 a 11 años). La semana de gestación afectó a la expresión de la mayoría de los genes (SOD2, CAT, GPX1, HP y GRα) con un incremento las s34-37 y posterior descenso la s40. En el caso de la SOD1, se observó un incrementó a lo largo del periodo de estudio ($p<0.001$), aunque las vacas TR al 60% tendieron a mostrar una mayor expresión de SOD1 la s40 ($p=0.06$), respecto al resto de vacas. Las vacas TR (100% y 60%) también tendieron a mostrar mayor expresión génica de SOD2 ($p=0.09$) la s37 respecto a las vacas que no mostraron TR. Un patrón similar se observó en la expresión génica de CAT, ya que las vacas TR también mostraron mayor expresión la s40 respeto a las vacas sin TR ($p=0.025$). La SOD1, presente en el citoplasma, y SOD2, presente en las mitocondrias, son catalizadores de radicales

libres en peróxido en hidrógeno, mientras que la CAT cataliza la descomposición del peróxido de hidrógeno en agua y oxígeno. Es por ello que un aumento de la expresión de estas enzimas en las vacas con TR podría indicar un mayor estrés metabólico asociado a la peroxidación lipídica por un mayor funcionamiento de las vías catabólicas para generar energía a partir de lípidos y aminoácidos, y que conllevaría un mayor estrés oxidativo y disfunción inmune. En concordancia, la expresión génica de HP, proteína de fase aguda, se relacionó con el nivel de alimentación, ya que las vacas 60% tendieron a expresar más HP que las vacas 100% (p=0.07), posiblemente asociado a un aumento de la respuesta inflamatoria en las vacas 60%. La suplementación con HT no afectó ninguno de los genes estudiados, sin embargo, un estudio preliminar con un mayor número de animales mostró que las vacas Parda de Montaña no suplementadas con HT presentaron más frecuentemente TR, por lo que no se puede descartar un efecto de las razas incluidas en el estudio. Como conclusión, la aparición de TR parece estar asociada a una mayor sensibilidad al estrés metabólico asociado con la subnutrición o propio del periodo periparto.

Agradecimientos: Este trabajo se ha realizado en el marco del Proyecto financiado por MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033 (FETALNUT). Contrato predoctoral de N. Escalera-Moreno de la Universitat de Lleida.

Abstract ID: CO-132
Tipo: Poster
Categoría: Varios

ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE DOS GRANJAS LECHERAS PORTUGUESAS

ESTIMATION OF THE CARBON FOOTPRINT OF TWO PORTUGUESE DAIRY FARMS

Lilas Potting [1] , Melissa Oliveira [2] , Nuno Gaspar [5] , Inês Prata [1,3,4] , Ricardo Bexiga [1,3,4]

1 Faculty of Veterinary Medicine, University of Lisbon

2 Faculty of Science and Technology, University of Algarve

3 CIISA - Centre for Interdisciplinary Research in Animal Health, Faculty of Veterinary Medicine, University of Lisbon

4 AL4AnimalS - Associate Laboratory for Animal and Veterinary Sciences

5 Serbuvet, Lda.

Introduction: Dairy products constitute an important food source for human consumption; however, their production entails an environmental cost associated with the emission of greenhouse gases. Many studies have been carried out to estimate the carbon footprint of dairy production. However, the analyzes conducted for standardized farms often do not represent the individual variability and complexity of each farm, which complicates the adoption of greenhouse gas mitigation measures for each particular case. This study aimed to determine the carbon footprint of two distinct Portuguese

dairy farms, one of conventional production and the other one of organic production. Materials and Methods: We conducted a partial life cycle assessment of the two systems for the year 2022 using a “from cradle to farm gate” approach. The carbon footprint was calculated using the functional unit of 1 kg of energy-corrected milk (ECM, with 3.3% fat and 4.0% protein). System expansion was performed to consider the impact of meat. The conventional farm is located in the district of Setúbal and has a herd size of 637 Holstein cows, producing 37.2 kg of ECM per cow per day. Manure undergoes solid- liquid separation with storage of the liquid fraction in a covered tank. Cows are fed with mostly imported feed as well as maize and grass silage produced on farm. The organic farm is located in the district of Portalegre and has a dairy herd size of 771 mostly Jersey cows, producing 12.5 kg of ECM, as well as 553 beef cows. Animals spend most of their time on pasture. The period of the day when they are confined, they are fed with Total Mixed Ration made with forage produced on farm and supplemented with imported feed. The manure is stored in an open-air tank. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) guidelines were used to calculate gases associated with enteric fermentation, manure storage, and nitrogen application to soils. We estimated emissions associated with food imports, and the consumption of fossil fuels and electricity with emissions factors values from literature. The Rothamsted Carbon Model was used to estimate the amount of carbon sequestered in the soil of natural pastures of the organic farm. Results: The results indicated a carbon footprint of 1.43 kg

CO2-eq/kg ECM for the conventional farm and 2.82 kg CO2-eq/kg ECM for the organic farm. When sequestration was included, the carbon footprint of the organic farm was reduced to 2.06 kg CO2-eq/kg ECM. For farm A imported feed accounted for most of the emissions (55% or 0.79 kg CO2-eq/kg ECM), followed by enteric methane (27% or 0.39 kg CO2-eq/kg ECM). For farm B the highest was enteric methane (58% or 1.63 kg CO2-eq/kg ECM), followed by feed import (28% or 0.79 kg CO2-eq/kg ECM). We estimated 1.59 tons C/ha sequestered in pastures of the organic farm for the area of 800 hectares of pasture. Discussion: Regarding conventional farm A, feed import constituted the largest source of emissions. Emissions from food production, effluent management and fertilizer production usually prevail in intensive systems. However, this value was higher than in literature, which can be due to lower crop production on farm and to the large import of feed such as soybean meal from South America. Enteric methane was the largest source of emissions for organic farm B. Particularly for pasture-based systems, this is usually the case. Considering feed import, the value was also higher

than found in literature for pasture-based systems. This could be explained by the necessity to import feed due to lack of quality and quantity of pasture, intensified by severe drought in 2022. The high value

of carbon sequestration per hectare obtained for the natural pastures in farm B was expected due to the regenerative agriculture practices with holistic grazing. Increased productivity on the organic farm would reduce its carbon footprint since the unit in dairy systems is usually given per kilograms of milk. The carbon footprint could be decreased by reducing its herd size, as well as improving pasture quality, which would also reduce individual enteric methane emissions. Conclusions: This study can constitute a starting point for the implementation of tailored mitigation measures on these two farms. For the conventional farm, this study illustrated the importance of productivity, which can be achieved through genetic selection and improvement of nutrition, reproductive management and herd health. On the other hand, the results for the organic farm showed the impact of carbon sequestration on the farm footprint, thanks to regenerative agriculture practices which increase organic matter of the soil. By exclusively estimating the carbon footprint and presenting the result in kilograms of milk produced, other environmental impacts were not reflected and would have certainly led to other results. This work was supported by Fundação para a Ciência e a Tecnologia project UIDB/00276/2020 (CIISA) and LA/P/0059/2020 (AL4AnimalS).

Abstract ID: CO-124
Tipo: Poster
Categoría: Varios

RELACIÓN NA/K: ¿CUÁLES SON LAS IMPLICACIONES DE SUSTITUIR LA LECHE DE VACA POR ALTERNATIVAS DE ORIGEN VEGETAL?

NA/K RATIO: WHAT ARE THE IMPLICATIONS OF REPLACING COW\'S MILK WITH PLANT-BASED MILK ALTERNATIVES?

Ricardo Bexiga[1], Mário Quaresma[2], Carlos Pinto[3], Irene Cristina Antunes[4], Luísa Louro Martins[5]

1-Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa

2-icantunes@fmv.ulisboa.pt

3-Faculdade de Ciências Agrárias e do Ambiente, Universidade dos Açores

4-Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa

5-Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa

Introduction: consumers are replacing cow's milk by plant-based milk alternatives (PBMA), due to a series of circumstances, like lactose intolerance or as a lifestyle choice. However, this type of beverages, perceived by consumers as healthier choices, present a quite variable nutritional quality, which is dependent on some factors like composition of the raw material, processing methodology, and fortification process. Potassium (K) and sodium (Na) are two minerals that play important roles in the human body. Their antagonistic role in blood pressure is of extreme importance: while a high intake of Na is responsible for rising blood pressure, a major risk factor for cardiovascular disease, K acts to blunt this rise. The ratio of these two minerals is a common way to assess the balance between them

and is recommended to present a value of around 1.0. The work presented herein aimed to quantify the K and Na contents, and estimate the Na/K ratio, of cow's milk and PBMA.

Materials and methods: Pasteurized (n=40) milk, ultra-pasteurized (UHT; n=40) milk, and PBMA (soya, oat, rice, almond, coconut, and hazelnut; n=10 for each type of PBMA) were acquired in the Portuguese market. The samples were subjected to acid digestion, followed by mineral determination through Inductively Coupled Plasma – Optical Emission Spectroscopy (ICP-OES; iCAP 7200 duo Thermo Scientific, Waltham, MA, USA). For statistical analysis, the Mixed procedure of SAS (SAS Inst., Cary, NC, USA) version 9.4 was used.

Results: Cow's milk (pasteurized and UHT), along with oat PBMA and rice PBMA, showed significantly ($P<0.05$) lower Na contents (averaging 370.9 mg/kg) than coconut PBMA and almond PBMA (averaging 481.7 mg/kg). The remaining PBMA presented intermediate Na contents (averaging 416.8 mg/kg). Furthermore, pasteurized milk and UHT milk, along with soya PBMA, showed a significantly ($P<0.05$) higher content in K (averaging 1616.6 mg/kg), whereas almond PBMA and hazelnut PBMA presented the lowest contents in this mineral (averaging 180.4 mg/kg). Oat PBMA, rice PBMA, and coconut PBMA presented K contents in-between (averaging 376.1 mg/kg). Regarding the Na/K ratio, almond PBMA showed a significantly ($P<0.001$) higher value (3.1), but no significant different ($P>0.05$) from the value presented by hazelnut PBMA (2.4) and coconut PBMA (2.2). The remaining PBMA presented lower values, ranging from 0.2 to 1.8. Pasteurized milk and UHT milk showed a Na/K ratio value (0.2) not significantly ($P>0.05$) different from soya and oat PBMA, but significantly ($P<0.05$) different from the remaining PBMA.

Discussion: The evaluated PBMA in this study had different Na contents than those reported by others, which may be consequence of differences in raw materials, as well as different degrees of salt addition. In some PBMA, such Na contents resulted in Na/K ratio values quite above the guidelines (like rice PBMA, almond PBMA, coconut PBMA, and hazelnut PBMA), which raise concerns regarding human health due to Na negative implications. On the other hand, the lower Na/K ratio value presented by milk (pasteurized and UHT) and soya PBMA was due to their higher K content, and they were below the recommended value, however without negative consequences

to human health.

Conclusion: The present study showed that PBMA showed variable Na and K contents, some of which were significantly different from those shown by milk. Such differences resulted in different values in the Na/K ratio and, consequently, different potential health outcomes. This may raise a concern when consumers perform a complete replacement of milk by PBMA, without the knowledge of the nutritional quality of PBMA and the risks associated with that change.

Acknowledgements: We would like to thank to Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) for receiving a Ph.D. scholarship -SFRH/BD/136921/2018; and Associate Laboratory for Animal and Veterinary Sciences - LA/P/0059/2020 - AL4AnimalS. This work was financially supported by Fundação para a Ciência e Tecnologia IP, Grant UIDB/00276/2020; Associação Nacional dos Industriais dos Laticínios (ANIL); Associação Portuguesa de Buiatria.